

# 時間・空間概念の形成をめざす「地球と宇宙」の指導（その1）

天体教材の指導における時間・空間概念形成の実態とその考察

本 間 質 郎    山 井 重 雄  
小 島 政 巳

この研究は、時間・空間概念を小学校理科で形成すべき基本的科学概念のひとつとしてとらえ、これを学年的発達系列の中でどのように形成すべきかを実践的に追求し、具体的な指導内容に即した指導原理を明らかにしようとしたものである。本稿では、その第1年次研究として、まず「地球と宇宙」区分の学習をとおして形成すべき中心的な概念としての、時間・空間概念の要素分析を行ない、それを視点とした実態調査から、児童の空間における位置決定や位置移動の軌跡をは握する能力の低くさを指摘し、さらに、それらにかかわる指導上の力点を打ち出している。

## I 研究の趣旨

小・中学校を問わず、教育の現代化に呼応する新しい理科教育の基本的方向は、次の2点に集約されるといわれている。

- 探究の学習過程をとおして、科学の方法を修得させる。
- 基本的科学概念の形成をはかり、自然を科学的、統一的にとらえる見方、考え方を育成する。

新しい小学校理科教育の進むべき方向について、小学校指導書は次のように述べている。  
「理科は、児童ひとりひとりの人間性を全面的に啓発し、創造性を伸長させるという教育活動のなかで児童みずからが自然の事物・現象を観察し、処理することによって、推理し、判断し、概念化する思考力や、客観化の方法や観察・実験などの技能を育て、さらにその結果として構造的な科学的知識を獲得させていくという性格をもっている。」

ここでは、上に述べたように、科学の方法の修得と構造的な科学的知識の理解という、いわゆる自然認識における形式陶冶と実質陶冶の両面を強調するとともに、全教科にかかわる人間性の啓発と創造性伸長の教育活動を重視している。

ところで、小学校においては、既に全学年にわたって改訂指導要領に沿った学習指導が行なわれるようになり、一般には、日々の学習指導も新しい理科教育の基本に沿って展開され、着々とその実績が積みあげられているやに考えられている。しかし、現状は必ずしもそのような楽観を許すまでには至っていない。このことを裏付ける今日的な問題として、小学校の理科学習指導にかかわる問題をあげてみると、おおよそ次のように集約できる。

- 指導内容を系統づけている基本概念のは握がじゅうぶんでないため、旧態依然として断片的知識の積み上げ的な学習指導に陥っている。
- 児童みずからの活動が重視されるあまり、児童の考えや発言に追従し、問題解決とか探究の活動が

形式的になり、筋のない、内容の薄い活動に終わっている場合が少なくない。

。児童の認識の実態は握が乏しいため、教師が先ばしり、児童不在を思わせる授業が少なくない。

学校教育は児童・生徒の全人格の形成にかかわる営みであるから、その実践の場において、常に検討し、修正し、また、創造していかなばならない問題は尽きることなく起こってくるであろう。しかし、先にあげた問題は、新しい理科教育の基本にふれる重要な要素を含んでいるものであり、この問題を放置しておくことは、理科教育の現代化を遅滞させ、児童の知的能力の伸長を妨げる結果となるであろう。

われわれは、これらの問題が以上のような性格をもっていることを考えたとき、これらの問題の根底にある、より基本的な問題に着目し、その解決に迫る必要があることを強く感じたのである。本研究は、そのような必要感から出発したものであって、その基底には“基本的な科学概念の形成に着目した教材の組織化と、その具体的内容に即した指導原理を確立することによって、上記の諸問題を解決する重要な手がかりが得られるであろう。”という、いわば、仮説ともいふべき考え方をすえているのである。

## II 研究の目的

この研究は、小学校理科「地球と宇宙」区分の学習指導をとおして形成すべき中心的な科学概念に、時間・空間概念をすえ、この視点から、現時点における児童の時間・空間概念形成の様相をとらえ、これまでの学習指導上の問題点を明らかにするとともに、これらの解決策を具体的に検討し、それによって学年的発達系列に沿った教材再構成の視点とその指導原理をとらえ、理科教育の現代化を促進するための具体的資料を得ようとするものである。

## III 研究計画

### 1. 年次計画の概要

既に述べたように、本研究は小学校理科の「地球と宇宙」区分の全体について、学年的発達の系列に沿って教材再構成の視点や、その指導原理を実践的に追求しようとするものである。したがって、この中では具体的に検討すべきことがらも膨大になり、また、質的にも高次のものが要求されるであろうことが予想される。このようなことを考慮し、この研究は数か年の継続研究にすべきであると考え、およそ次の計画をもって進めることとした。

第1年次(昭和46年度)。天体教材の指導における時間・空間概念形成の様相をとらえ、学習指導上の問題点を明らかにするとともに、その解決方向を検討する。

第2年次以降  
(昭和47年度以降) 第1年次研究の成果をふまえ、授業研究をとおして時間・空間概念形成の視点から、学年的発達系列に沿った教材再構成の視点とその指導原理を明らかにする。

。地質、気象教材の指導における時間・空間概念形成の様相をとらえ、授業研究をとおして教材再構成の視点やその指導原理を具体的内容に即して検討する。

## 2. 本年次研究の計画

### (1) 研究のねらいとその内容

本年次は天体教材の指導に焦点をすえ、時間・空間概念の形成を軸とした教材構成の視点とその指導原理を明らかにするための基本的資料を得るため、まず、これまでの学習指導における児童の時間・空間概念形成の様相をさぐり、指導上の問題点を抽出し、その解決方向を検討することに主たるねらいをおき、具体的に検討することがらを次のように設定した。

- 。 小学校理科「地球と宇宙」区分の指導で形成すべき中心的な科学概念は何か。
- 。 時間・空間概念はどのような要素から成りたつものであるか。
- 。 時間・空間概念の要素と天体に関する指導内容との関連をどうは握すればよいか。
- 。 児童の時間・空間概念形成の様態はどうか。
- 。 天体教材指導上の問題点は何か。その解決方向はどうか。

### (2) 研究の方法

上記内容のア～ウは、主として理論的研究とし、エ・オは調査研究とした。以下、調査研究の方法についてその概要を述べる。

(表1) 学年別調査人数

ア 調査対象 小学校2～6年児童、延べ1185名

学年	2年	3年	4年	5年	6年	計
人数	250	254	219	239	223	1185

イ 調査協力校 新潟市立南万代小学校

見附市立見附小学校、村上市立村上小学校

ウ 調査期日 昭和46年12月10日～20日

エ 調査方法 各学年とも質問紙法による。質問に対する解答は選択肢によるものと自由記述によるものの二種類とした。質問内容は原則として前学年で学習した内容にかかわるものとしたが、一部は該当学年のものを入れた。

## IV 本年次研究の概要

### 1. 地球と宇宙区分の指導と基本的科学概念

地球と宇宙区分の学習をとおして形成される基本的科学概念は何か、という問いに対して簡単に答えることは容易なことではない。しかし、本研究を進めるにあたり、このことに対する一応の見解をまとめておくことはきわめてたいせつなことであろう。

#### (1) 基本的科学概念について

ここでは、基本的科学概念を「小学校理科で扱う自然の事物・現象を、広く、統一的に理解するのに役立つ概念」と定義し、次のような意味を持たせてはあくすることとした。

- 。 このような概念は、小学校理科の中では幾つか抽出され、それらの中には主として自然認識の内容面にかかわるものと、方法面にかかわるものの二種類があると考えられる。
- 。 基本的科学概念は、それと不可欠の重要な諸概念、および、原理、法則と結びついていると同時に、

また、多くの事実とも密接な関連をもつものである。したがって基本的な概念の理解を深めるためには、具体的な事実から出発し、それを構成する諸概念の理解を積みあげ、次第に拡張し深化していくことが重要である。

## (2) 地球と宇宙区分の指導と基本的科学概念

この区分の学習指導をとおして形成しなければならない基本的な科学概念がどのようなものであるかは、指導要領にも指導書にも明示されていない。われわれは、概念形成が有意義な学習経験の積みあげによって期待されるという、一般的な考え方に従い、この区分の指導内容の特性を検討することから基本的科学概念抽出の手がかりを得ようと考えた。

この区分の指導内容は、人間の生活環境としての地球、気象、天体に関することがらであって、これらは、地球を中心とした自然の構造をは握するという筋から構成されていると考えられる。環境としての地球、気象、天体の事象は、常に時間経過に伴い変化しているものであって、われわれはこれらの変化の中に次のような特性を見い出すことができる。

- 。それらの変化に伴い、ばく大なエネルギーの流れとその方向性を見いだすことができる。例えば、太陽放射から起こる大気の循環や水の循環においては、台風や洪水などをとおしてばく大なエネルギーの流れやその方向性をは握することができる。

- 。それらの変化に伴い、巨大な空間を意識づけられ、また、長い時間の流れについて知らされる。このことは、単にその変化から巨大な時間や空間を意識づけられるというだけでなく、むしろ、その変化そのものを握するのに、巨大な尺度の時間や空間の枠で見たり、考えたりしなければならないということをあらわすものであると考えなければならない。

地球や気象、天体などの事象が、上のような特性をもつということは、立場を変えれば、地球、気象天体にかかわる諸事象は、すべて、巨大なエネルギーの流れという視点から、また、大きな尺度の時間空間のわくから統一的には握されるということになるであろう。

われわれは、以上の考察から、この区分の指導内容を統一的には握させるための基本的な科学概念はエネルギーと時間・空間であると考えた。自然は常に変化する物質の世界であり、また、物質は時間と空間の中の存在であるといわれることを思えば、エネルギーや時間・空間の概念はこの区分のみで扱われるものでなく、他の区分においても基本的な概念として扱われるものであろう。しかし、この区分では、特に大きな尺度で考えるエネルギーの流れや時間・空間を問題にするという点で他と異なる面をもっているといえよう。

## 2. 天体教材の指導と時間・空間概念

### (1) 天体教材の指導で形成すべき基本的な科学概念

地球と宇宙区分から、特に天体にかかわる内容を取りだし、その指導の方向を検討すると、“宇宙の広がりと秩序についての認識をめざし、位置と位置の相互関係と位置変化の見方、考え方を養うこと”に基本的なねらいをおくべきであると考えられる。このねらいは概念形成という立場から見直せば、時間、空間概念の形成をはかることとしてとらえることができよう。これらのことから考えると、エネルギ

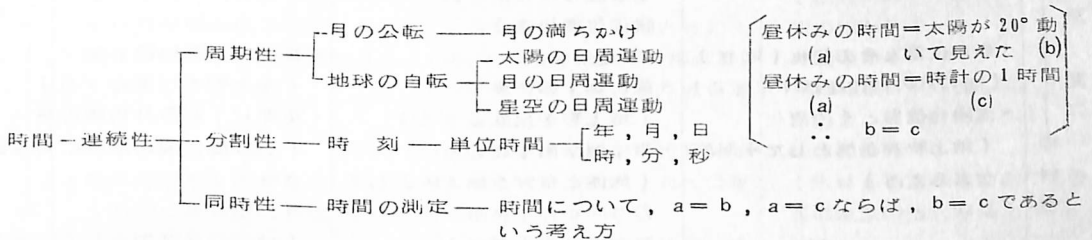


一、時間・空間の概念は、地球と宇宙区分全体をおおうものであるが、天体という小さなわく組からみるとそこで特に強調される基本的な概念が浮きぼりにされることがわかる。時間・空間概念はその意味で天体教材の指導で形成すべき最も重要な科学概念であるといえよう。

## (2) 時間・空間概念の要素

### ア 時間概念の要素

ひと口に時間といっても、それを意味づける内容が明確には握されていなければ時間概念を形成したとはいえないであろう。ここでは、時間概念の形成をはかるにあたって、まず、時間概念を構成している要素と思われるものを分析して、指導内容との関連性をは握するための手がかりを得ようと思う。一般に「時間」という場合には、すべての物理的現象や測定者のおかれている状態に関係なく、一様に経過するという、いわゆる絶対的時間を指している。ここで問題にしようとする時間もこれをさすが、われわれは、この時間の特性を次のようにとらえ、指導内容との関連をとらえてみた。

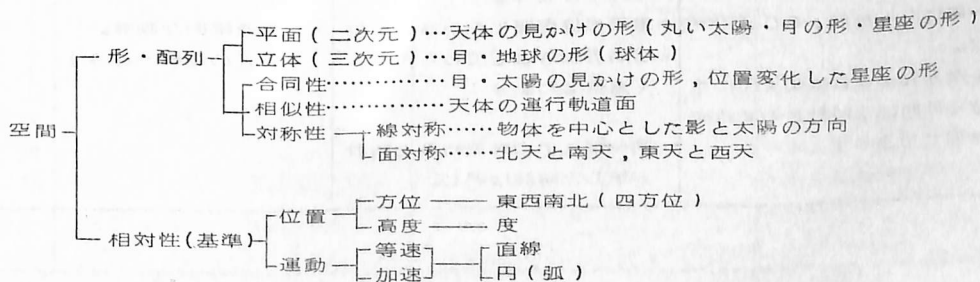


### イ 空間概念の要素

事象の変化の多くは、時間と空間の関連においては握されるものであるから、時間と空間について別個に考えることは適切でないのかも知れない。しかし、ここでは、そのような関連性をより明確にする意味あいから、あえて別個に検討することにした。

空間概念は、幾何学での空間概念形成の過程からいえるように、感性的直観によってとらえようとする考え方から、論理的にとらえようとする考え方に発展してきたが、直接経験による日常的な概念では、上下、左右、前後の三方向の広がりをもったところをいっている。小学校理科で問題にされる空間も主としてこのような二次元、三次元的空間であると考えてよいであろう。われわれは、このような空間の特性を、形と配列、相対性の二点から分析し、それと、主な指導内容との関連を次のようにとらえた。

なお、高学年においては、多数の星の集まりから宇宙空間を構成できる段階でもあると思われるのでいわゆる点の集合としての空間の見方、考え方の指導も重要であると考えられる。



## (3) 指導内容の発展系列と時間・空間概念の要素との関連

## ア 1～3学年

	1 学 年	2 学 年	3 学 年
主な指導内容 ↓ 時間要素	影の形や向き → ↓ 日なたと日かげの移動 →	太陽の形と見える位置 → ↓ 太陽の動き →	月の形と見える位置 → ↓ 月の動き →
形と配列 (空間) 相対性	<ul style="list-style-type: none"> <li>影の形・大きさ (平面)</li> <li>影の向きと太陽の方向の関係 (影の向きと太陽の方向は、日光をさえぎる物体を中心にして線対称の関係にあること)</li> <li>影の位置とその変化 (向き) (まわりの物体を基準にする)</li> <li>太陽の位置とその変化 (地上物を基準とした平面的にとらえ方)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>丸い太陽 (平面)</li> <li>影の動きと太陽の動きの方向 (線対称の移動関係)</li> <li>太陽の見える位置とその変化 (方位と高さからの立体的空間の位置決定)</li> <li>高い空, 低い空 (地上物を尺度とする)</li> <li>東, 西, 南, 北の方位 (物体と自分を結ぶ線としての方向から, 垂直な面をもつ方向としての方位)</li> <li>太陽の動きの軌跡 (線としての軌跡…平面上)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>満月 (丸い), 上弦の月 (右半分), 下弦 (左半分) 三日月 (カマ形で右)</li> <li>月の見える位置とその変化 (方位と高さからの立体的空間の位置決定)</li> <li>高い空, 低い空 (地上物を尺度とする)</li> <li>東寄り, 西寄りの南の空 (四方位の間の方位にも意識させる)</li> <li>月の傾き (地上物を基準として傾きをみる)</li> <li>月の動きの軌跡 (線としての軌跡…平面上)</li> </ul>
周期性 (時分・割間性) 同時性	<ul style="list-style-type: none"> <li>ある時刻の太陽の位置 (影の位置, 太陽の位置をその時点ではとらえる)</li> <li>～時になったら, ここまできた。 (影がAからBに動く間にすぎる時間は, 時計が示す時間と同じである)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>東から出て南の高い空を通り西へ沈む。 (1日の動き……周期)</li> <li>太陽の位置を, 朝・昼・夕の時点ではとらえる。 (時刻としての朝, 昼, 夕を意識する。朝～昼, 昼～夕までの時間経過を意識する)</li> <li>太陽の位置変化を小さい単位時間の動きとしてとらえる。 (連続した動き)</li> <li>朝～昼までの経過時間と時計が示した時間は同じ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>東から出て, 南の高い空を通り西へ沈む。 (1日の動き……周期)</li> <li>月の形の変化 (約1ヶ月という長い時間を周期とする変化)</li> <li>1時間, 1日ごとの月の形と位置。 (単位時間と時刻)</li> <li>月の連続的な動き。 (動きの連続…速さ)</li> </ul>

1 4～6学年

	4 学 年	5 学 年	6 学 年
主な指導内容 ↓ 時空の要素	星の集まりの形と見える位置 ↓ 星の動き	星の動きと太陽の動き → ↑ 春・秋の太陽の通り道	月や星の動き ↓ 地球の動き ↑ 季節による太陽の通り道の違い
形・配列 (空間) 相対性	<ul style="list-style-type: none"> <li>特徴のある星のちらばり</li> <li>特徴ある星を結んだ時の形と大きさ、その変化 (平面的な広がり, 広がりをもった平面の位置変化, 位置変化の場合の形の合同性)</li> <li>星座の傾き (鉛直線を基準)</li> <li>星座の位置 (方位と高さによる位置決定)</li> <li>北極星とそのまわりの星座の動きの向き (北極星を中心として, 反時計まわりの向き)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>天頂, 南天, 北天 (広がりをもった立体的な天球面)</li> <li>星, 太陽の日周運動 (自分を基点としたときの太陽, 星の回転軌道面…相似性)</li> <li>天球面での太陽の通り道と星の通り道 (通り道の軌跡の平行関係)</li> <li>太陽と天頂, 南天, 北天の星の動き (方位と高度で位置決定, 東側から西側へ弧をえがく)</li> <li>北天の星の動き (北天の星は, 北極星を中心に反時計まわりに回る運動)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>月の満ち欠け, 地球の昼夜 (球体としての月と地球, 月地球, 太陽の宇宙空間における位置関係……配列, 宇宙空間の広がり)</li> <li>星座の動き (北極星を中心とした天球面の動き, 反時計まわり)</li> <li>地球の自転 (天球面の回転運動と地球の回転運動の相対関係)</li> <li>地軸 (北極星は地軸の方向を示す地軸は地球の南極と北極を結ぶ方向である)</li> </ul>
周期性 (分割性) 同時性	<ul style="list-style-type: none"> <li>星座の動き, 北極星の動き (1時間という単位時間の設定)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽, 星の日周運動 (1日の周期をもつ変化)</li> <li>太陽, 星の動きの観測 (1時間, 1日という単位時間の設定)</li> <li>太陽や星の動く速さの類似性 (1日の動きの軌跡を分割すれば, 単位時間の動きの角度がわかる……北の空)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球の自転 (1日の周期をもつ回転運動)</li> <li>星の動きの速さ (自分を中心とした時は, 天頂に近い星ほどはよい動きである。北の空の星は北極星を中心に1時間に15°の速さ。すべての星は地軸のまわりを1時間に15°, 4分で1°の割合で動く)</li> <li>太陽や星の位置変化の度合いが似ている。 (太陽や星の位置変化の度合いから経過時間や時刻をとらえられる)</li> </ul>

## 3. 時間・空間概念に関する実態調査結果とその考察

## (1) 第2学年の調査結果とその考察(5問構成)

## ア 問題1について

## (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

日光によってできる物の影は、どれも同じ向きにできることをとらえているかみる。

杉の木とその影を、問題用紙の右前方に図示し、その左後方に立っている棒の影を、杉の木の影をもとにして図示させる。

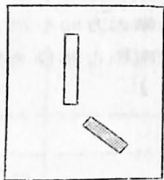
## (イ) 調査結果とその考察

(表2) 問題1の反応結果(数字はパーセント)

A	棒の影の向きが、杉の木の影の向きと同じ	70
B	棒の影の向きが、杉の木の影の向きと違う	26
C	その他	4

70パーセントの児童は、日光によってできる物の影の向きに共通性があることをとらえている。

ただここで問題になるのは、B分類の児童が26パーセントにも達していることである。B分類の児童の中には、棒の影の向きを意識しながらも、日光によってできる影の向きの共通性をとらえていないため、日光をさえぎる物の位置が違うと、影の向きも違うと考えたための誤答と、棒の影の向きを意識しないで、単に棒の形と影の形が似ていることをもとに描いたための誤答とが混在しているものと考える。



C分類の解答の中には、図1に示したように、日光によってできる影が連続していないものや、影の形が棒の形になっていないものもあった。

指導にあたっては、日光によってできた影の向きを、地上物をもとにしてとらえた太陽の位置と関係づけて見させ、日光をさえぎる物を基準とすると、影の向きが、太陽の方向とは反対方向になることをとらえさせる。さらに、いくつかの地上物の影を同時に比較観察させ、向きの共通性をとらえさせる。また影は、日光をさえぎる物と、影が写った物(この場合は地面)との間に連続して続いていることや、日光をさえぎる物の形と影の形に共通性があることなどについてもとらえさせる必要がある。

## イ 問題2について

## (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

日光によってできる影は、違った時刻になると違った位置にできることをとらえているかみる。

朝見たときの杉の木の影を図示し、この影の位置が昼になると変わるかどうか問う。

## (イ) 調査結果とその考察

(表3) 問題2の反応結果

A	時間がたつと影の位置が変わる	96
B	時間がたつても影の位置は変わらない	4

ほとんどの児童が、時刻が変わると影の位置が変わると解答している。ただ、問題1の解答結果



と考え合わせると、正答者全員が、時間がたつと影の位置が変わることを、方向、形、大きさの変化でとらえているとは考えられない。問題内容が単純で、しかも、二者択一の選択肢の形式で解答を求めたため、このような点についての実態がはあくできなかった。

### ウ 問題3について

#### (7) 作成のねらいと問題内容の概略

日光によってできる影は、日光をさえぎる物を基準として、太陽とは反対側にできることをとらえているかみる。

太陽の位置と立ち木の位置が同じで、立ち木の影の位置だけが違う図を4枚示し、太陽の位置と立ち木の影の位置の関係が正しい図を選択させる。

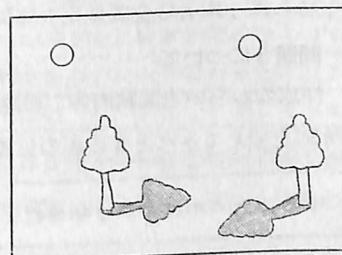
#### (1) 調査結果とその考察

(表4) 問題3の反応結果

大部分の児童が、日光によってできる影は、日光をさえぎる物を基準として、	A 影は、日光をさえぎる物を基準とし、太陽とは反対側にある	89
	B 太陽と影の位置関係を、太陽、物、影の順の配列関係でみる	8
	C 影は、日光をさえぎる物を基準とし、太陽と同じ側にできる	3

太陽とは反対方向の関係にある図を指摘していた。ただ、問題1、問題4の(1)の正答率と考え合わせると、太陽と影との位置関係を、図の上から直観的に判断し、正答を得た児童の解答も混在しているものと考えられる。

B分類の児童は、図2を正答と指摘した児童である。この分類にはいる児童は、太陽と影の位置関係を、日光をさえぎる物を基準とした方向を意識してとらえてなく、太陽、日光をさえぎる物、影の全体的な配列関係でとらえているものと考ええる。



(図2)

太陽と影の位置関係については、問題1の考察で述べたように、日光をさえぎる物を基準として、太陽の方向と、影の方向が反対になることを、時刻を変えて何回も観測させる必要がある。

### エ 問題4について

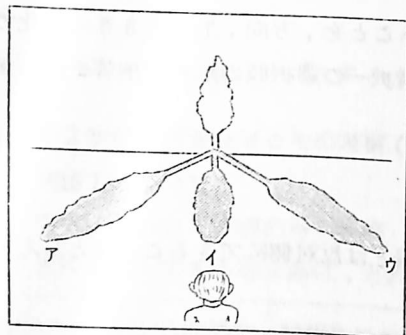
#### (7) 作成のねらいと問題内容の概略

時刻を変えて見たときの影の位置変化(向き、大きさ、形の変化を含む)から、太陽の位置変化(方向、高さの変化)がとらえられるかみる。

(1)	太陽は、木の影がウのような位置のとき、木のどちら側に見え、アのようなとき、木のどちら側に見えるかを問う。
(2)	太陽の位置が1番高く見えるのは、木の影の位置がア、イ、ウのどの位置のときかを問う。

#### (1) 調査結果とその考察

問題3では、日光によってできる影は、日光をさえぎる物を基準として、太陽とは反対方向にできるとした児童が89パーセントに達した。しかしここでは、正答率が約10パーセント少なくなった。



(図3)

(表5) 問題4の反応結果

(1)	A 太陽は、木の影とは反対側の方向の位置に見える	77
	B 太陽は、木の影ができる側の上に見える	22
(2)	A 太陽が1番高く見えるのは、木の影がイにあるとき	82
	B 太陽が1番高く見えるのは、木の影がア、ウのとき	16

帰る頃の影と説明してあるので、

時刻をもとにして太陽の高さを判断した児童もいるものと思われる。

影の位置変化から、太陽の位

置変化をとらえさせるには、時刻を変えてみたときの影の変化を、方向、大きさ、形などの変化でとらえさせるとともに、そのときの太陽の位置変化を、速くのを基準とした上下、左右の変化でとらえさせ、さらに、両者の位置変化の関係を、日光をさえぎる物を基準としてみさせることがたいせつである。

#### オ 問題5について

##### ア 作成のねらいと問題内容の概略

時刻を変えてみたときの影の位置変化の原因を、太陽が動いたからとしてとらえられるかみる。

1本の立ち木の影が、朝見たときと昼頃見たときで位置が違ふ原因を、四つの選択肢で問う。

##### イ 調査結果とその考察

(表6) 問題5の反応結果

A 影の位置変化は、太陽が動いたからである	93
B 影の位置変化は、時間が経過したからである	3
C 影の位置変化は、他の条件による	3

時刻を変えて見たときの影の位置変化を太陽が動いたためとしてとらえた児童が大部分である。

ただこの動きを、一定の方向をもった連続した動きとしてとらえているかどうかは疑問である。いずれにしろ、光源としての太陽を意識し、影が動くのは、太陽が動くからであるととらえている。

#### <まとめ>

ア 日光によってできる影は、どの影も同じ向きになってできることをあまりよくとらえていない。

日光によってできる影の向きの共通性をとらえさせるには、まず、太陽と影の位置関係が、日光をさえぎる物を基準として反対方向の関係にあることをとらえさせるとともに、同一時刻でのいくつかの地上物の影を比較観測させる。さらに、時刻を変えて観測しても、どの影も同じ向きになっていることを事実を通してとらえさせる必要がある。

(イ) 太陽と影の位置関係は、日光をさえぎる物を基準として反対方向になることをよくとらえていない。

太陽と影の位置関係が、日光をさえぎる物を基準として反対方向の関係にあることをとらえさせるには、影の位置変化を、方向、大きさ、形などの変化でとらえさせるとともに、太陽の位置変化を、遠くの地上物を基準とした上下、左右の変化でとらえさせ、日光をさえぎる物を基準として、両者を結びつけてみさせる必要がある。

(ウ) 影の位置変化を、太陽が動いたからであるとみている。

光源としての太陽を意識し、影の位置が変わるのは、太陽が動くからであるという見方をしている。

## (2) 第3学年の調査結果とその考察(5問構成)

### ア 問題1について

#### (イ) 作成のねらいと問題内容の概略

時刻を変えて見たときの太陽の位置変化を、連続的な運動としてとらえているかみる。

固定した筒を通して見た太陽が、最初の児童が見たときは丸い筒先の中央に見え、次の児童が見たときは右端に寄った位置に見えた様子を図示し、その理由を自由記述させる。

#### (イ) 調査結果とその考察

(表7) 問題1の反応結果

太陽の位置変化を、連続した運動としてとらえている児童が非常に少ない。

A	太陽は少しずつ動いている	63
B	太陽は一定時間ごとに位置が変わる	10
C	観測者、観測器具の位置が変わった	17
D	その他	10

これは、太陽の動きが、広大な空間でのきわめて緩慢な動きであるため、連続した動きとして意識し

にくいためであろう。また、太陽の動きをとらえさせるとき、影の位置変化を、一定の時間間隔で観測し、それをもとにして推理させることが多い。その場合、観測の時間間隔が適切でないため、太陽の絶えまない動きを実感としてとらえられないのではないかと考える。

C分類の児童が17パーセントと多いが、この児童は、時間の経過や、時間の経過に伴う太陽の動きが意識できず、単純に、次の観測者の位置が違ったからとか、観測の筒が動いたからとした児童である。

いずれにしろ、太陽の動きを、時間の経過の中でとらえていないことが原因してこのように判断したものと考えられる。

太陽の動きが連続した動きであることをとらえさせるには、筒などを用い、時間・空間の小さなわく組の中で、太陽そのものの動きをとらえさせたり、日光をさえぎる物の影の動きを、小さな時間・空間のわく組の中でとらえさせたりする必要がある。

### イ 問題2について

#### (イ) 作成のねらいと問題内容の概略

方位をもとにして、時間経過に伴う太陽の動きの方向がとらえられるか。また、日光をさえぎる物を基準として、太陽と影の相対的な位置変化の関係がとらえられるかみる。

東、西、南の方位を示した図に、ある時刻における太陽の位置と、立ち木、その立ち木の影の位置を図示し、太陽の動く方向と、太陽の動きに伴う立ち木の影の動きの方向を問う。

## (イ) 調査結果とその考察

(表8) 問題2の反応結果

A 太陽は東から西へ、影は西から東へ動く	55
B 太陽は西から東へ、影は東から西へ動く	10
C 太陽は東から西へ、影も東から西へ動く	21
D その他	14

太陽が動く方向を、方位をもとにして正しくとらえたA, C分類の児童は、76パーセントと少ない。24パーセントの児童は、太陽の1日の動きを、時間経過の中で、方位と高さでと

らえてなく、その周期性についても理解してないものと思われる。

また、時間経過に伴う太陽の動きの方向と、日光をさえぎる物の影が動く方向は、日光をさえぎる物を基準として反対方向の関係にあることをとらえている児童が65パーセントにしかすぎない。

これは、日光によってできる影が、日光をさえぎる物を基準として、太陽とは反対方向にできることや、太陽の動きと、日光によってできる影の動きの関係を、時間の経過の中でとらえていないからである。

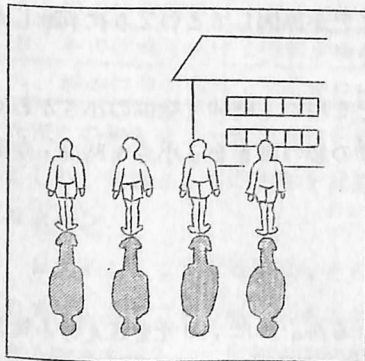
太陽の1日の動きの道筋をとらえさせるには、時間の経過に伴なって変化する太陽の位置を、遠くの地上物をもとにしてとらえさせたり、影の向きの変化をもとにしてとらえさせたりする。さらに、その動きの道筋を、客観的な目印としての方位をもとにして一般化させる。この一般化が行なわれたとき、1日の太陽の動きが、東から出て、南の空を通過して西にはいる周期性をもった動きとしてと理解される。

時間経過に伴う太陽の動きと、影の動きの関係をとらえさせるには、まず、日光によってできる影は日光をさえぎる物を基準として、太陽とは反対方向にできることをおさえ、さらに、影の向きをもとにして、太陽の方向をとらえる操作を、時間の経過の中で行なう必要がある。こうすることによって、太陽が動く方向と、影の位置が動く方向の関係が、日光をさえぎる物を基準として、反対方向の関係になることもとらえられよう。

## ウ 問題3について

## (イ) 作成のねらいと問題内容の概略

近くのを基準にすると、観測者の位置により太陽の位置が変わることをとらえているかみる。



(図4)

図4のように、お昼頃太陽に向かって4人の児童が横に1列に並び、その前方に学校の屋根の1部が図示してある。右から2番目の児童が、学校の屋根の左端の上に太陽を見たとき、他の3人の児童も同じところに太陽が見えるかどうかを問う。

## (イ) 調査結果とその考察

(表9) 問題3の反応結果

A 他の3人の児童は、太陽が見える位置が違う	71
B 他の3人の児童も、同じところに見える	25

B分類の児童が25パーセントもいる。この分類にはいる児童は、図示した4人の影が平行なこと、見る人の位置が違って、太陽は同じ方向に見えることなどから、このように判断したものであろう。



太陽のように遠くにあるものは、見る位置を移動しても「同じ向き」に見えるが、近くの物は、見る位置を少し移動しても、「違う向き」に見えることがとらえられていないからであろう。したがって、近くの物を基準にすると、見る人の位置が少し違って、基準になる物の見える方向が違ってくるので、太陽の位置も違って見えることがとらえられないわけである。

このような関係をとらえさせるには、2か所以上の違った場所から、近い物、遠い物を基準として、太陽の位置をとらえさせるなど、具体的な操作を通して指導する必要がある。

この「同じ向き」ということが、方位を理解させるうえでたいせつであり、空間のひろがりの理解も、このことが根底になる。

#### エ 問題4について

##### (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

方位をもとにして、太陽の1日の動きの道筋をとらえているかみる。

太陽は、朝どの方位から出て、昼頃どの方位を通過して、夕方どの方位に沈むかを問う。

(表10) 問題4の反応結果

##### (イ) 調査結果とその考察

問題2では、方位と昼近くの太陽の位置を図示し、太陽がこれからどう動くかを矢印をもとにして問うた。ここでは、日の出から日の入りまでの太陽の動きの道筋が、方位をもとにしてとらえられているかどうかをみたわけである。

A	太陽は、東から出て南を通り西へ沈む	73
B	その他	25

問題2の結果では、76パーセントの児童が、方位をもとにして、太陽の動く方向を正しく指摘したので、その児童は一応、太陽が動く道筋を理解しているものと判断した。ここでは、73パーセントの児童が、1日の太陽の動く道筋を、方位をもとにして正しく表現することができた。この結果は、問題2の結果とほぼ一致するので、問題2での考察を裏付けることにもなった。

#### オ 問題5について

##### (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

南中時の太陽の方位がとらえられ、それをもとにして、四方位の相対的關係がとらえられるか。また、同じ方位に見える物は、自分との間の遠近や高さに関係なく、方位は同じことをとらえているかみる。

(1)	正午の太陽に向かって両手を水平に上げて立っている児童を図示し、その児童の正面、右手、左手、背中にあたる方位を問う。
(2)	(1)の図で、太陽の真下にある立ち木の方位を問う。

##### (イ) 調査結果とその考察

(1)では、南中時の太陽の位置を南とした児童が61パーセントにすぎない。問題4では、太陽は東から出て南を通り、西へはいるとした児童が70パーセントあまりに達した。しかし、ここでの応答結果と考え合わせると、70パーセントあまりの児童の中には、朝、昼、夕の太陽の位置を方位と高さをもとにしてとらえ、それをもとにして、太陽の通り道を理解しているとは思えない児童もはいていたも

のと考えられる。

(表11) 問題5の反応結果

(1)	A 太陽の見える方位，四方位の相対的な関係ともによい	55
	B 太陽の見える方位がよく，四方位の相対的關係がわからない	6
	C 太陽の見える方位がわからなく，四方位の相対的關係はよい	13
	D 太陽の見える方位，四方位の相対的關係ともにわからない	22
(2)	A 方位は同じ	70
	B 方位は違う	28

南中時の太陽の位置を南とした児童が61パーセントしかいないことや，四方位の相対的關係をはあくしている児童が68パーセン

トしかいないのは，南中時に見える太陽の方向を南とし，南を基準として，東，西，北の関係をとらえていないからである。

指導にあたっては，南中時の太陽の方向が南であることや，南を基準にしたときの四方位の関係を具体的に理解させるとともに，1日の太陽の通り道を，方位をもとにしてとらえさせる必要がある。

(2)では，太陽と自分の位置を結んだ直線上にある物でも，自分からの距離，高さが違うと，方位も違うと考える児童が28パーセントいる。これは，方位についての理解があいまいなためである。

指導にあたっては，太陽はどこから見ても「同じ向き」に見えることを手がかりとし，この「同じ向き」が「同じ方位」に当たることを理解させ，自分から見て同じ向きにあるものは，高さや自分からの距離に関係なく同じ方位にあることをとらえさせる必要がある。

#### ＜まとめ＞

(ア) 太陽は常に少しずつ動いていることがとらえられていない。

太陽が常に少しずつ動いていることをとらえさせるには，時間，空間の狭いわく組の中で，影の位置移動や，太陽そのものの位置移動（筒の中などでの位置移動がよい）を視覚にうったえ実感としてとらえさせることがたいせつである。

(イ) 方位についての理解が不じゅう分である。

四方位の相対的な関係は，太陽の南中時の方位を基準として，自分の体の左右，前後がどの方位に当たるかで具体的にとらえさせる。また方位は，同じ向きが同じ方位になることから，自分の体の向きを変えない限り，体の位置を前後，左右，上下に移動しても，自分の体の前後，左右の方位は変わらないことをとらえさせる必要がある。

(ウ) 太陽の位置は，遠くの物を基準にすると変わらないが，近くの物を基準にすると変わって見えることがとらえられていない。

これについては，2か所以上の違った位置から，遠くの物，近くの物を基準として，太陽が見える位置を実際に観測させ，近くの物を基準にすると太陽の位置が違うことをとらえさせる。

(エ) 太陽の通り道を方位と高さでとらえていない。

太陽の南中時の方位を南とし，南を基準として，朝，夕の太陽の位置を方位でとらえさせるとともに，時間の経過に伴う太陽の位置移動を，方位の変化と，速い地上物を尺度とした高さの変化でとらえさせ，太陽の通り道が大きな弧を描くことや，その動きの周期性に着目させる必要がある。

### (3) 第4学年の調査結果とその考察（5問構成）

#### ア 問題1について

#### イ 作成のねらいと問題内容の概略

月の日周運動の方向や、下弦の月を昼間見える月としてとらえているか見る。また、月の形の違いによる月の出の位置を、方位をもとにしてとらえているかみる。

(1)	三日月、上弦の月、満月と下弦の月について、それぞれ1時間おきに3回観測した位置を図示し、その図から、三日月、上弦の月、満月、下弦の月の各々について、位置移動の順序を指摘させる。
(2)	(1)の四つの月の図から昼間観測した月はどれかを指摘させる。
(3)	(1)の三日月、上弦の月、満月の月の出の位置を方位で解答させる。

#### イ 調査結果とその考察

（表12） 問題1の反応結果

#### ○ 月の動きの道筋について

満月については、75パーセントの児童がとらえているが、他の形に見える月については、どの月についても約半数の児童しかとらえていない。

これは、3次元のきわめて広い、しかも夜の暗い空間に、基準を設けて月の位置移動をとらえることの困難さが原因になっているものと考ええる。

また、満月の動きの道筋がわかって、上弦の月の動きの道筋がわからなかったり、下弦の月の動きの道筋がわかって、三日月の動きの道筋がわからなかったりする児童が割合に多い。

(1)	A	上弦の月の動きの道筋がわかる	56
	B	下弦の月の動きの道筋がわかる	66
	C	満月の動きの道筋がわかる	75
	D	三日月の動きの道筋がわかる	54
(2)	A	上弦の月を昼間南の方の空に見える月とした	40
	B	下弦の月を昼間西の方の空に見える月とした	19
	C	三日月を昼間東の方の空に見える月とした	20
	D	三日月を昼間西の方の空に見える月とした	17
(3)	A	満月は夕方東の方の空に見える	51
	B	上弦の月は夕方南の方の空に見える	54
	C	三日月は夕方西の方の空に見える	37

これは、月は形が違って見えても一つの物であり、太陽と同じように東から出て南を通り、西に沈むという動きの道筋の共通性がとらえられていないからであろう。

満月の動きがかなり良くとらえられているのは、日常生活の中で、満月が目につきやすいこと、月の出が地平面近くのため、その動きの道筋がとらえやすいことなどが原因しているものと考ええる。

昼の月が、上弦の月、三日月より正答率が10パーセントばかりよくなっている。これは、昼間のため、学校で教師が直接指導しながら観測していることが多いためとも考えられる。

指導にあたっては、まず昼間の月で、時間経過に伴う位置移動を、方位と遠くの地上物を尺度にした高さの変化でとらえさせ、その動きが太陽の動きと似ていることを理解させる。さらに、昼間の月の観測方法を用いて夜間の観測ができるように配慮し、三日月、上弦の月などの動きの道筋をとらえさせるとともに、三日月、上弦の月などが、夕方、西あるいは南の方の空に見えるのは、昼間東の方か

ら出て動いたからだにとらえさせる必要がある。

○ 下弦の月の指摘について

正答のB分類の児童がきわめて少なく、A分類の児童が40パーセントと最も多い。これは、昼間の月の観測で、観測時刻と月の位置(方位と高さ)、形を結びつけてとらえていないことや、上弦の月と同じ半月の形で似ているため、形からくる全体的な印象をもとに判断したものと考えられる。

月の観測にあたっては、時刻を決め、そのときの位置を方位と高さでとらえさせるとともに、形についても図に描かせるなどして意識させ、それらを結びつけてとらえさせることが必要である。

○ 形の違いによる月の出の位置について

形の違いによる月の出の位置をとらえられない児童がきわめて多い。これは、日による月の出の位置変化と、形の変化の間に、一定のきまりがあることをとらえていないためである。

三日月についてのとらえ方が特に悪いのは、夕方西の空低く見えることから、見のがしやすいことが原因しているといしか考えられない。

形の違いによる月の出の位置をとらえさせるには、月の出の位置を、時刻を決めてある一定期間観測させる必要がある。その場合、日による月の出の位置変化と、形の変化を方位と高さ、形と傾きの変化でとらえさせ、それを結びつけて、形の変化や位置の変化にある一定のきまりがあることをとらえさせる必要がある。

## イ 問題2について

### (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

日がたつにしたがって変わる同時刻の月の位置や、形の変化の周期性がとらえられているかみる。

(1)	ある場所での方位と、10月27日、午後6時に見える上弦の月を図示し、三日月が見える日は、10月27日より前の日かあとの日かを問ひ、さらに、午後6時に見える三日月の位置を方位で問う。
(2)	満月が見える日は、10月27日より前の日かあとの日かを問ひ、さらに、午後6時に見える満月の位置を問う。
(3)	午後6時に見える月は1日ごとに位置がどのように変化し、形も半月からどのように変化するかを問う。
(4)	午後6時頃の三日月、満月の位置を、(1)の図に記入させる。

### (イ) 調査結果とその考察

○ 日による月の出の位置変化と、形の変化のきまりについて

問題2は、問題1の(3)にかかわる内容について、さらにくわしく検討することを意図して出題したものである。

調査の結果をみると、どの問題についても正解が半数に達しない。月の形の変化のきまり、月の出の位置の変化のきまりがとらえられていないわけである。

月の形の変化のきまりや、形の変化による月の出の位置変化がとらえられていないのは、夜間、しか



も、一定の時刻を決めて数回の観測を実施しなくてはならないことなどが原因し、実際に観測している児童が少なかったものとする。さらに、問題1の考察でも述べたように、夜間の空に基準を設け、月の位置をとらえることの困難さも原因になっているものと思われる。

月の形の変化, 形の変化 (表13) 問題2の反応結果

に伴う月の出の位置変化をとらえさせるには、まず、観測時間を考慮して観測させる必要がある。三日月、半月、満月と順次形も違い月の出の位置も西から東へと次第に変化するのととらえられるような期間を選ばなくてはならない。

観測にあたっては、問題1の考察でもすでに述べたように、昼間の月の観測方法を用いて、日による月の出の位置や、形の変化をとらえさせる。

なお、観測は少なくとも

(1)	A	三日月は、上弦の月より前の日に西の空に出る	23
	B	三日月は、上弦の月より前の日に東(南)の空に出る	18
	C	三日月は、上弦の月よりあとの日に西の空に出る	28
	D	三日月は、上弦の月よりあとの日に東(南)の空に出る	31
(2)	A	満月は、上弦の月より前の日に東の空に出る	19
	B	満月は、上弦の月より前の日に南(西)の空に出る	23
	C	満月は、上弦の月よりあとの日に東の空に出る	33
	D	満月は、上弦の月よりあとの日に南(西)の空に出る	25
(3)	A	月の出の日による位置変化と形の変化の順序がわかる	14
	B	月の出の日による位置変化はわかる	7
	C	月の形の変化の順序はとらえられる	35
	D	月の出の日による位置変化も形の変化もわからない	44
(4)	A	満月、三日月とも正解	34
	B	満月が正解で、三日月が誤っているもの	14
	C	三日月が正解で、満月が誤っているもの	7
	D	その他	41

形が変わるリズム(月の公転のリズム)がとらえられるくらいの期間が必要である。これらの観測結果をまとめる中で、形の変化と、月の出の位置の変化を関係づけてとらえさせ、形が三日月から半月、満月と変化するにつれ、月の出の位置も、西から南へ、さらに東へと変化することをとらえさせる。こうすることによって、変化のリズムもとらえられよう。

(4)では、三日月、満月の位置を問題用紙に記入させたが、正しく記入した児童は約3分の1にすぎなかった。これは、三日月、満月の観測が、方位や高さをもとにして行なわれていないことを意味している。

すでに述べたように、昼間の月での観測を徹底し、それが夜間の自主的な観測に役立つようにじゅう分配慮する必要がある。

なお、三日月の傾きに誤りが多かったが、これについては、問題5で述べる。

### ウ 問題3について

#### (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

1日の太陽の動きの方向と、月の動きの方向は同じことをとらえているかみる。

ある場所での南の方位と、午前9時の太陽、同時刻に見える下弦の月を図示し、太陽と下弦の月が動く方向を問う。

## (1) 調査結果とその考察

(表14) 問題3の反応結果

A	太陽も月も西の方へ動く	55
B	太陽は西へ、月は東へ動く	23
C	太陽は東へ、月は西へ動く	12
D	太陽も月も東の方へ動く	10

調査結果をみると、約半数の児童が、太陽と月の日周運動の方向に共通性のあることをとらえていない。

これは、表14の結果でもわかるように、太陽が動く方向についての正解が78パーセント、下弦の月が動く方向につ

いての正解が67パーセントと少ないことから、太陽そのもの、下弦の月そのものの動きの方向がとらえられていないからであることがわかる。

太陽や下弦の月は、昼間観測できる天体ではあるが、その動きがよくとらえられていないのは、これらの動きを、時間の経過の中で、方位と高さの変化でとらえてなく、その動きの周期性についても理解していないからであろう。

指導にあたっては、すでに述べてきたことではあるが、天体の動きを、時間の経過の中で、方位と高さの変化でとらえさせ、毎日の動きの周期性を理解させる必要がある。この周期性をとらえることによって、太陽と月の動きの共通性も理解されてくる。

ただここで問題になるのは、太陽の動きの方向や、その通り道について、3年生の調査結果では、正答が70パーセント以上になっていて、ここでの調査結果とあまり変わらないことである。

## エ 問題4について

## (1) 作成のねらいと問題内容の概略

日がたつにつれて月の出の位置が変わることをとらえているかみる。

朝8時に見える月は、4・5日たつと現在見える位置よりどちらの方に動いた位置に見えるかを問う。

## (1) 調査結果とその考察

(表15) 問題4の反応結果

A	東と解答	34
B	西と解答	61
C	その他	5

問題2の(3)の内容を、形を変えて簡単にしたものである。調査の結果では、問題2の場合より多少正答率が向上した。しかし、この問題の解答は、選択肢によって、二者択一の形で求めたので、A分類の中にも、日による月の出の位置変化を正確にとらえていない児童もいるものと思われる。

日による月の出の位置変化をはあくすることが困難なことや、その原因、対策などについては、問題2の考察で述べたのでここでは省略する。

B分類の児童は、日がたつにつれ、月の出の位置が西の方へ動いた位置に見えると応答した児童である。この児童は、月の日周運動と混同しているものと思われる。

## オ 問題5について

## (1) 作成のねらいと問題内容の概略

月の観測では、傾きについてもとらえているかみる。

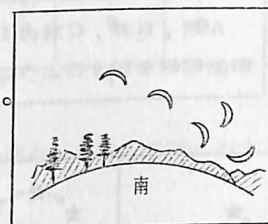
図5のように, 方位と, いろいろの傾きをもった三日月を図示し, その中から夕方見える三日月を指摘させる。

#### (イ) 調査結果とその考察

月の観測では, その傾きまで意識して観測することが少ない。また観測しても, 広大な空間のため基準がとりにくく, 傾きがとらえにくい。

A分類の正答が少ないのは, このようなことが影響しているものと考えられる。

B分類の児童は, 三日月が直立している図を指摘した児童である。この児童は, 半月の直立した見なれている形をもとに判断したものであろう。C分類の児童は, 弧が反対向きになっている三日月を指摘した児童で, 月が見え



(表16) 問題5の反応結果

始める位置と形が結びつ

(図5)

A 傾きの正しい三日月を指摘	20
B 三日月の向きは正しいが傾きが誤り	60
C 三日月の向きが反対	3
D 南の位置にある三日月を指摘	17

いていないための誤答であろう。D分類の児童は, 三日月の形と位置との関係が全くわからない児童である。

月の傾きは, 月の位置, 形の変化に比較すると意識しにくい要素であるが, 月の日周運動をとらえさせるとき, その位置変化とともに傾きも変化することを, 傾きの変化をみられる手がかりとなる物を用いてとらえさせることがたいせつである。その場合まず, 下弦の月によって, 位置変化に伴う傾きの変化をとらえさせ, 夜間の月についても同じように変化を確かめようかを意識させながら観測させる。

#### <まとめ>

(イ) 月の動きの道筋を, 時間の経過の中で, 方位と高さの変化でとらえていない。

月の動きの道筋をとらえさせるには, 昼間の月で, 時間の経過に伴う位置変化を, 方位と遠くの地上物を尺度とした高さの変化でとらえさせ, 月が動く道筋と, 太陽が動く道筋が似ていることを理解させる。さらに, 昼の月の観測方法をもとに, 夜間の三日月, 上弦の月などの動きの道筋をとらえさせ, 月が動く道筋は, 形が違って見えても共通性があることを理解させる。

(イ) 日による月の出の位置や, 形の変化の周期性がとらえられていない。

日による月の出の位置や, 形の変化の周期性をとらえさせるには, 日による月の出の位置を, 時刻を決めてある一定期間観測させる。その場合, 月の出の位置を, 方位と高さの変化でとらえさせるとともに, 形の変化についてもその都度記録させる。さらに, これらの観測結果をまとめる中で, 形の変化と月の出の位置の変化を関係づけてとらえさせ, 形が三日月から半月, 満月へと変化するにつれ, 月の出の位置も, 西から南へ, さらに東へと変化することをとらえさせる。

(イ) 月の位置と傾きが結びついてとらえられていない。

月の傾きは, 昼の月をもとにして, 1時間ごとの位置変化と対応させてとらえさせる。その場合, 傾きの変化をとらえる手がかりとなるものを用いて測定し, その都度記録させる必要がある。こうすることによって, 月の位置変化に伴う傾きの変化もとらえられる。

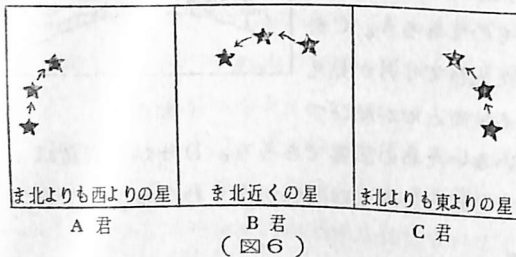
## (4) 第5学年の調査結果とその考察(6問構成)

## ア 問題1について

## イ 作成のねらいと問題内容の概略

星は時間がたつにつれ、一定の方向に位置が変わることを理解しているかをみる。

A君, B君, C君の3人が同じ日に, それぞれの場所で, 3回星の位置を観測した。この三人の観測記録を図6のように示し, この中から実際の動きと合わないものを指摘させるもの。



## (1) 調査結果とその考察

(表17) 問題1の反応結果

A 星は一定の方向に動くことを理解している	82
B 星は一定の方向に動くことを理解していない	18

82パーセントと正答率が高く, 星の動く方向がきまっていることについてはよく理解しているようである。

誤答の18パーセントのおもなものは, B君の観測を誤りとしたものである。その原因は星は上の方に昇っていくものだという意識が強く, 星の位置(方位, 高度)を考えないで矢印が上向きになっているものが正しいと判断したためであろう。

指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

。時間がたつにつれて, 星がどの方向に動くかをとらえるには, 最初に観測する星の位置を高度と方位で正確にとらえ, 時間が経過してからも, もう一度, 高度と方位でとらえ, 高度が低くなるのか, 高くなるのか, それにつれて方位はどのように変わっていくかをとらえさせる。そして, それらのデータを比較しながら, 一定の方向があることに気づかせる。この場合, たった1か所, 1この星の観測に終わることなく, 北極星を中心とした, その真上の位置にある星とか, 北極星の東または西側にある星などの, しかも時刻をかえて3回ぐらい観測したデータを高度と方位で比較させながら, 一定の方向に動くことをとらえさせる。つねに北極星を基準にほかの星の動きを見させるようにする。

。一定の方向といっても4年生では日周運動の方向まで理解させる必要はなく, 時点, 時点の星の位置を結んでみるとあるきまった方向があるらしいことに気づかせる程度であろう。例えば, 北極星の西側の星は高度がこれ以上上がっていくことはないとか, あるいは反対に東側にある星は高度が高くなっていく傾向があるなど, また明るい星とそれよりも暗い星の動く方向を比較しても, 北極星の西側にある場合はみんな高度が低くなっていく傾向があることなどに気づかせる。

## イ 問題2について

## イ 作成のねらいと問題内容の概略

星座は時間がたつにつれて傾きが変わることを理解しているかをみる。

図7のように鉛直にたらしした糸を基準にして北斗七星の傾きを観測し, その傾きが2時間後にどのように変わっているかを, ア, イ, ウの三つの中から選ばせるもの。

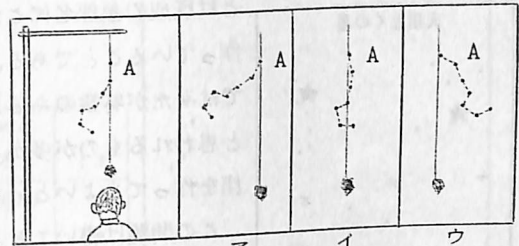


# (イ) 調査結果とその考察

(表18) 問題2の反応結果

A	2時間後の傾きを理解している	82
B	2時間後の傾きを理解していない	18

時間の経過にともなう星座の傾きの変化については82パーセントと正答率が高い。誤答の18パーセントは図7のアに反応したものであるが、星座の傾きを



(図7)

実際と反対に考えているものである。その原因は、星座の傾きをとりえる基準のとり方と基準に対する傾きの変化の方向を理解していないためである。

指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

- 星座の傾きをとりえる基準を明確にすること。星座によって傾きをとりえる基準のとり方は違うであろうが、例えば北斗七星なら図7のような道具をくふうし、この糸とひしゃくの柄の最初の星が重なるようにし、その糸との傾きの角度が時間の経過につれてどのように変わっていくか、または糸の右の方に傾いていくか、左の方に傾いていくかを調べさせる。

- 傾きの変化については、1時間おきに3回ぐらい調べ、どの方向に傾いていくかをとりえさせたり星座をかえて同じように調べ、比較しながら傾きの方向がきまっていることをとりえさせる。例えば北斗七星なら、ひしゃくの口のあいている方を中心に向けるように傾いていくこと。

- 星座はたえず動きながら傾きが変わっていくので、傾きの変化の方向と星座の動いていく方向を混同しやすい。したがってまず動く方向をとりえ、次に傾きの変化の方向を、動きの方向と関係づけてとりえさせる。

## ウ 問題3について

### (イ) 作成のねらいと問題内容の概略

特徴のある星を結んで星座をつくることができ、その星座は時間がたっても形や大きさが変わらないことを理解しているかどうかをみる。

図8のように、7月14日の天頂の星のおもなものを図示し、それらの星を結んで特徴のある星座をつくらせたり、名前をつけさせたり、その自分の作った星座の形や大きさ、傾きなどが、数時間後にどのように変わっていくかを問うもの。

# (イ) 調査結果とその考察 (表19) 問題3の反応結果

(1)	A 特徴のある星を選んで星座をつくることができる	68
	B 特徴のある星を選んで星座をつくることができない	25
(2)	A 星座の形や大きさは変わらないが傾きが変わる	60
	B 星座の形は変わらないが、大きさは変わる	30
	C 星座の形は変わるが大きさは変わらない	10

星を選んで特徴のある形を作り、名前をつけているものが68パーセント、書いてある星を全部使って形を作っているものが25パーセント、その他、何を

表わしているか解釈しにくいものが7パーセントあった。A分類の68パーセントの中で気がついたこ



(図8)

とは既成の星座名にこだわり、無理に北斗七星、カシオペア、白鳥などを作っていることである。星を選んでいない25パーセントの中には星を結んではみたが特徴のある形にならないため、名前がつけられないで迷っていると思われるものが多かった。これらの傾向から考えて、自由に星を選んで星座を作ってもよいということがわかっていないのではないと思われる。

この問題は書いてある星を結んで星座を作るものであるから、68パーセントと正答率が高いが、戸外での観測指導では、広い空間に多数の星があるので、なかなか星座をつくることはできないであろう。

児童が作った星座名をあげると、つぎのようなものがある。

・動物の名前(犬ざ、しかざ)・凶形の名前(三角ざ、四角ざ)・既成の星座名(白鳥ざ、北斗七星)・ほうしざ・えんぴつざ・岩ざ・ダイヤモンドざ・かさざ・長ぐつざ  
指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

○ 既成の星座名にこだわることなく、明るさ、輝き方、色などの観点から特徴のある星を選び、自由な形の星座を作り、星座は特徴のある星を選んで自由に作ってもよいという意識を育てるようにする。

○ 実際に戸外で星座をつくること。星座をつくるねらいは、星座を作ることによって広い空間を認識させることである。大空の星と星を結ぶ線を想定したり、高度や方位の違う星と星を結び特徴のある形を作ることは、空間が広いだけに困難である。したがって、形にこだわらず、地上物を目じるしにし、星の位置をとらえたり、星と星の相互の位置関係を把握させる指導が前提となる。

自分が作った星座の傾きや形、大きさが時間がたつにつれてどのように変わるかの問いに対して、約40パーセントの児童が、形や大きさが変わると答えているのは大きな問題である。この原因は星座自体の形や大きさを観測をとおしてとらえることの困難さにもあるが、星座が動けば形も大きさも多少は変わるだろうという直観的な見方によるもので、星座の空間における広さを明確にとらえていないからである。

指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

○ 形や大きさがとらえられる観測器具をくふうすること。例えば透明なしたじきに星座の形を写し、数時間後、もう一度重ね合わせて、形や大きさが変わっていないことをとらえさせたり、幾つかの星座の形や大きさを調べ、重ね合わせて大きさをくらべをするなどして、空間の広さの違いをとらえさせる。

○ 星座全体の大きさだけでなく、星座を幾つかの小さな形に区切って、その変化を調べても、その形に変わりのないことから、星座を作っている星相互の距離や位置関係も、時間の経過にかかわらず、変わらないことに気づかせる。

#### エ 問題4について

#### (7) 作成のねらいと問題内容の概略

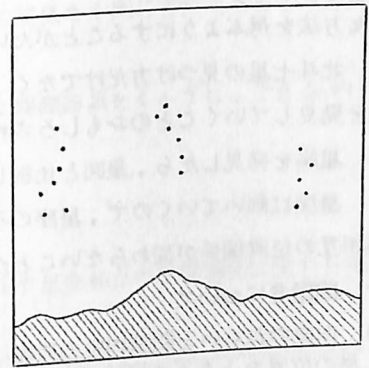
星座を基準にして北極星を見つけることができるかをみる。

図9のように北斗七星、小熊座、北極星、カシオペア座などを書いておき、その図を使って北極星の見つけ方を自由に記述させるもの。

## (1) 調査結果とその考察

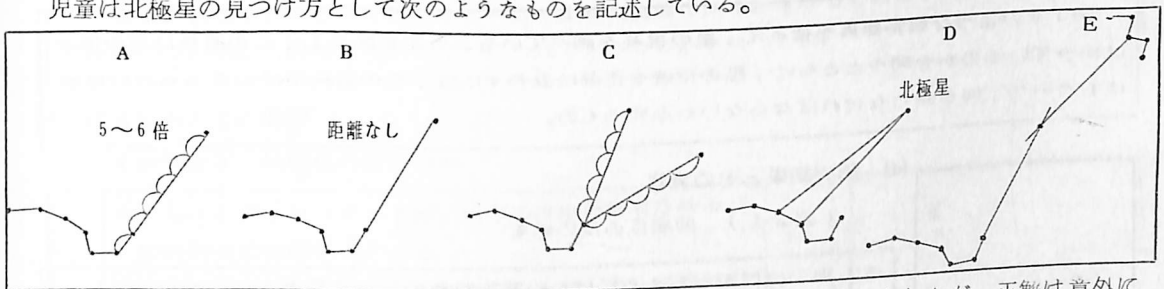
(表20) 問題4の反応結果

A 星と星を結んだ方向を意識しながら、星と星の間の距離を尺度にし、その何倍の距離にあるとしている。	43
B 星と星を結んだ方向を意識しているが、星と星の間の距離を尺度にしていない	12
C 星と星の間の距離を尺度にしているが、方向を意識していない	20
D その他	20



(図9)

児童は北極星の見つけ方として次のようなものを記述している。



どの星を基準にしても、方向と距離が正しくとらえられているもの(A)を正解としたが、正解は意外に少なく43パーセントに過ぎなかった。その原因を誤答傾向の中から考えてみると、星をさがすときの基準のとり方の理解が確実でなかったのではないと思われる。このことは、誤答の中には、二つの星の間の距離を尺度にし、その何倍としてはいるが、星と星を結んだ直線の方を意識しなかったり(C)、何倍の距離とは言っているが、どの星とどの星の間の距離を尺度にしているのが不明確であったり、北極星と他の星座の星を結ぶだけで意味のないものが多いことから判断することができる。

北極星を見つける手がかりとして94パーセントもの児童が北斗七星を選び、しかもひしゃくの先端の二つの星を基準にし、カシオペア座や小熊座を基準にしている児童が数えるほどしかいないことは、北斗七星を基準にした見つけ方がわかり易く、指導が徹底しているためではないと思われる。しかしこの調査はペーパーによるものであるため、戸外で実際にどれだけ北極星を見つけることができるかどうかは問題である。

指導にあたってはつぎのことに留意する必要がある。

- ・ 星座を見つけるにはこれまでによく知っている星座を手がかりにする必要があること。

立木や建て物などの地上物を手がかりにして星座や北極星を見つけることも可能であるが、星座をもとにすれば、誰れでもよくわかり、より客観的であること。とくに北斗七星やカシオペア座などをもとにした北極星の見つけ方は徹底的に指導する必要がある。この場合、北斗七星を手がかりにするとしても、北斗七星の中のどの星とどの星の間の距離を何倍したらよいのか、またどの星とどの星を結んだ直線方向にあるのかなど、一つ一つきめこまかく、具体的に指導する必要がある。また一つの星座だけを手がかりにするのではなく、別の星座をも手がかりにした見つけ方を発見させ、その中から最も適

した方法を選ぶようにすることがたいせつであろう。

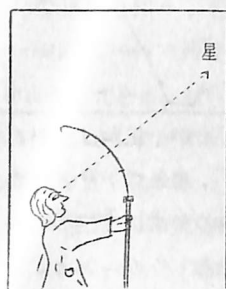
- 北斗七星の見つけ方だけでなく、この見つけ方をもとにして、他の星座を発見させ、いろいろな星座を発見していくことのおもしろさに気づかせること。
- 星座を発見したら、星図と比較し、まちがいないかどうかを検討させる。
- 星座は動いていくので、星座の見つけ方も変わってくると考えやすいので、星座どうしの距離や星座相互の位置関係が変わらないことから、星座の見つけ方も変わらないことに気づかせる。

オ 問題5について

㌦ 作成のねらいと問題内容の概略

星の位置をとらえるにはこの観測器具で測れる高度と、もう一つ方位が必要であることを理解しているかをみる。

図10のような観測器具を使って、星の高度を調べているようすを図示し、この道具は星の何をはかっているのかを問うとともに、星の位置を正確に表わすには、この道具ではかれるもののほかにもう一つ、何を測らなければならないかを問うもの。



(図10)

(イ) 調査結果とその考察

(表21) 問題5の反応結果

A 星の位置をとらえるにはこの観測器具で測れる高度と、もう一つ方位が必要であることを理解している	45
B 高度の必要性は理解しているが、方位の必要性には気づいていない	20
C 方位の必要性に気づいてはいるが、高度の必要性には気づいていない	10
D その他	25

星の位置を高度(高さ)と方位でとらえる指導は、この学年のもっとも基本的な内容の一つであるが、正解45パーセントとあまりよいではない。反応の内容を見ると高度は、20パーセントと方位の10パーセントより、よく理解されているようだが、いずれにしても方位と高度が個々ばらばらにとらえられている。またその他の25パーセントの大半が、この観測器具で測れるものを「位置」としていることから、位置を表わす要素として方位と高度があるという分析的な見方ができていないように思われる。このことは高度と書くべきところを、角度、高さ、位置、場所などと言い表わしたり、方位と書くべきところを位置、東西南北、方向、角度、高度、方角、方位磁石、向き、場所などといろいろなことを使っていることからもうかがうことができる。

指導にあたってはつぎのことに留意する必要がある。

- 空間における星の位置をこれまでの地上物を基準にしたり、星座を基準にした見つけ方では不明確なことに気づかせ、高度と方位の二つがより客観的でわかりやすいことを理解させる。
- 高度については高さ、または角度という言い方もあるが、何れも地上からの距離ではなく、地平面とのなす角度であることを理解させる。
- 方位についての理解はあいまいで、何を基準にしての方位であるのか、高度が高くなったとき方位はどうきめたらよいのかなどについてよく理解していないように思われるので、方位は自分を中心とし



て、自分と星座を結んだ方向であり、その直線上なら遠近や高度に関係なく同じ方位であることを理解させることが必要であろう。

。方位や高度をとらえる観測器具をくふうすること。図のような観測器具をくふうし、できるだけ正確に高度を表わすことができるようにする。

#### カ 問題6について

㊦ 作成のねらいと問題内容の概略

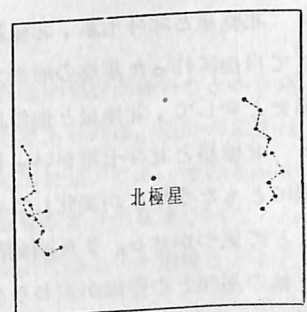
時間がたつにつれて、星座の位置は変わるが、星相互の位置関係や星座相互の位置関係は変わらないことを理解しているかをみる。

図11のように北極星を中心に、左に北斗七星、右にカシオペア座の、それぞれ午後6時と8時の位置を図示し、どちらが6時で、どちらが8時の位置であるかを問うものと、北極星とカシオペア座の一つの星との距離は時間がたつにつれてどうなるかを問うもの。

#### (イ) 調査結果とその考察

(表22) 問題6の反応結果

(1)	A 北斗七星, カシオペア座の両方の星座の動く方向や, 相対的な位置関係がわかる	60
	B 北斗七星の動く方向は理解しているが, カシオペアの動く方向は理解していない	10
	C カシオペアの動く方向は理解しているが, 北斗七星の動く方向は理解していない	10
	D 両方の星座の動く方向や相対的な位置関係の変化がわからない	20
(2)	A 北極星とカシオペアの一つの星との距離は変わらない	58
	B 北極星とカシオペアの一つの星との距離は変わる	35



(図11)

北斗七星とカシオペア座の

うち、一方の星座の動く方向しか理解していないもの(B+C)と、両方とも理解していないものDを加えると合計40パーセントの児童が、星座は北極星を中心に一定の方向に動き、星座相互の位置関係が変わらないことを理解していないことになる。その原因を誤答傾向から考えてみると次のようなことが言える。

。一つ一つの星座の位置の移動については理解しているが、他の星座との相対的な位置の移動については理解していない。

。D分類の20パーセント、つまり、どちらの星座も一定の方向に動くということは理解しているが動きの方向を誤っているものから考えると、星座の動く方向を決定するときの基準のとり方に問題があるようである。

。B, C分類の一方だけでできているものは、星座は上から下に、また下から上に動くという直観的な見方で、北極星を中心とした星座の位置の違いから判断したものではないようである。

指導に当たっては次のことに留意する必要がある。

- 。北の空の星座の動く方向をとらえるには北極星を基準にし、それと星座を結んだ直線を考え、その直線がどちらの方向に動くかを明確におさえさせる。
- 。北極星を中心とした星座の位置(北極星の西か東か、北か南か)の違いによって動く方向が違っているので、それぞれ違った位置にある星座の時間の経過にともなう位置の変化を高度と方位でとらえ、比較することによって、動いていく方向に一定のきまりがあることをとらえさせる。
- 。一つの星座の動きだけではなく、北極星を中心とした他の星座の動く方向と関係づけながら、一方の星座が西へ動くにつれて、他方の星座はどの方向に動くかという見方を育てる。
- 。北極星とカシオペア座の中の一つの星との距離について、星座が動くとその距離も変わるとしたものが35パーセントもいることは大きな問題であろう。その原因の一つは星座の概念を理解していないためと考えられる。つまり、星座の概念を理解していれば北極星と他の星を結んでできる星座を考えた場合、この星座も時間がたっても星相互の距離や位置関係が変わらないことがわかるわけだから、北極星とカシオペア座の中の一つの星との距離も変わらないと判断できるわけである。このことは問題3の(2)の誤答が40パーセントもいることからもうかがうことができる。

指導にあたってはつぎのことに留意する必要がある。

- 。北極星と北斗七星、北極星とカシオペアをいっしょにした星座をつくり、これらの星と星を組みかえて自由に作った星座の形や大きさが時間の経過につれてどのように変わるかを考えさせる。この指導をとおして、北極星と他の星座との距離が変わらないことに気づかせる。
- 。北極星と北斗七星をいっしょにした星座と北極星とカシオペアをいっしょにした星座の、時間の経過にともなう傾きが変化しても、二つの星座の交点は変化しないことから、北極星は動かない星であることに気づかせる。また観測器具をくふうしたり、星座の動きをとらえた写真などを利用して、北極星と他の星座との距離が変わらないことや北極星が動かないことに気づかせる。

#### <まとめ>

- (ア) 星座の位置を方位と高度で正しくとらえることができない。

星座の位置を高度だけ、方位だけと分けてとらえさせるのではなく、東の方の高度(高さ)どれくらいとか、方位は西だが高度が違うというように、たえず方位と高度を結びつけた指導をとおして、高度と言えはすぐ方位が思い出されるところまで習慣化していく必要がある。方位についても真東、真西の方向だけではなく、その中間の方位、東より、西よりの方向など、いくつかの方位を考えさせ、方位は東から西へと連続したものであるという見方ができるように指導することがたいせつである。

- (イ) 星や星座をみつつけるとき、基準をとってみるという見方がじゅうぶん育っていない。

広々とした、とらえどころもない空間にある星の位置やその移動の方向をとらえるには、基準が必要である。例えば北の空では北極星を基準にし、その西か、東か、北極星よりも高度が高い位置にあるのか、低い位置にあるのかなどと基準を明確に決めて、高度や方位をとらえさせる必要がある。その基準としては、地上物なども考えられるが、できるだけ客観的なものとして、北極星や北斗七星などの星座を基準にして見るのがたいせつであろう。

- (ウ) 星や星座の動きが、これまでに学習されてきた太陽の動きや月の動きと関連づけられながら、一つ

のきまりをもったものとしてとらえられるところまで深まっていない。

北極星と他の星座の星との距離が時間がたつにつれて変わると考えたり，北極星を中心に考えた場合北斗七星は反時計まわりに，カシオペア座は時計まわりの方向に動くと考えたりしていることから，星座どうしを関係づけて，その動きのきまりをとらえるところまで見方が深まっていないのではなかろうか。星の動く方向のきまりをとらえさせるには，星座どうしの関係もたいせつであるが，それ以上にこれまで学習した太陽や月の動く方向が一定であることから，星の動く方向も一定しているのではないかと推論させ，それを実地の観測をとおして確かめていくという先行経験を生かした指導がたいせつであろう。

#### (4) 星座の概念が確実に理解されていない。

時間がたつにつれて星座の形や大きさが変わったり，星相互の距離が変わったりすると考えている実態から，星座の概念が確実に理解されていないように思われる。星座の概念のもっともたいせつなことは，時間がたつにつれて星座の位置や傾きは変わるけれども星相互の位置関係は変わらないということである。このことが明確には握されない限り，星座にきまった名前すらつけられないわけであるし，5年の日周運動へ発展させていくこともできない。

#### (4) 実地の観測をとおして空間の広さを意識させる指導がたいせつである。

北極星の見つけ方がわからなかったり，特徴のある星を結んで星座が作れない児童が多いことから考えると，空間の広さを意識させる指導がおろそかになっているのではないかと考えられる。空間の広さは実地の観測をとおして指導する以外に手はない。まず一つ手がかりになる星座を見つける。その星座をもとに，幾つかの星座を発見させる。その中には広さの小さなもの，大きなものなどがあり，いろいろな位置にちらばっている。それらをつなげてもっと大きな星座をつくらせる。このような指導をとおしてはじめて空間の広さが認識されてくる。

### (5) 第6学年の調査結果とその考察（7問構成）

#### ア 問題1について

#### (1) 作成のねらいと問題内容の概略

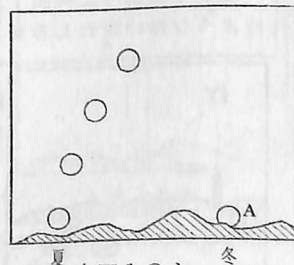
太陽の1時間ごとに動く速さや道すじの方向が似ていることを理解しているかをみる。

図12のように夏の日の出の太陽を1時間ごとに4回記録したものを図示し，それにならって冬の太陽の日の出の位置を1時間ごとに4回記録させるもの。

#### (1) 調査結果とその考察

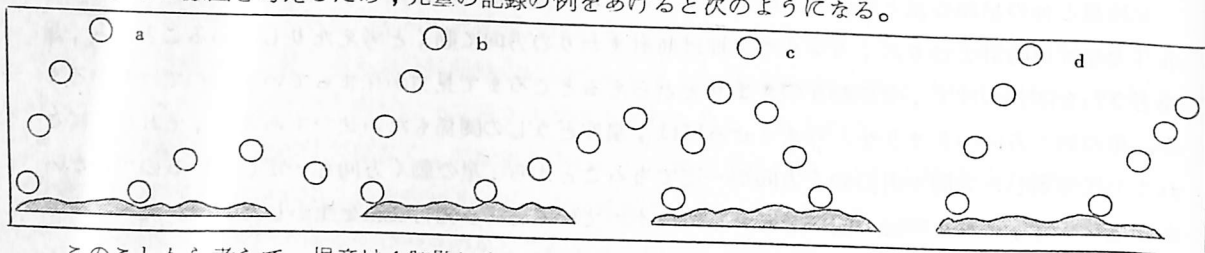
（表23） 問題1の反応結果

A	単位時間に動く方向と距離が似ていることを意識している	61
B	単位時間に動く方向は意識しているが，距離を意識していない	16
C	単位時間に動く方向は意識していないが，距離を意識している	16
D	単位時間に動く方向も距離も意識していない	9



太陽の1時間ごとに動く距離や動いていく方向が夏も冬も似ているとし

たものが約60パーセント(A, その他の約40パーセント(B+C+D))はよく理解していないことがわかる。その原因を考えるため、児童の記録の例をあげると次のようになる。



このことから考えて、児童は1時間に動く距離や動く方向が夏と冬では同じこと、動く道すじが平行であることなどを理解していないことがわかる。これらの原因は時間経過にともなう太陽の位置移動を方位と高度で正確にとらえていないことや夏と冬の太陽の動きを関係づけて見ていないことにある。つまり太陽がニジのような大きな弧を描いて東から南の空をとり西に沈むというばくぜんとした動きについては理解しているが、その動きを1時間ごとに区切って、方位と高度の変化という視点から見ていないためである。

指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

○ 太陽の位置移動を1時間ごとに方位と高度でとらえ、1時間ごとの位置の比較をとおして、高度や方位の角度が少しずつ変わっていくことをとらえさせる。そのためには例えば、1時間ごとの動きを高度と方位でとらえ、それを透明半球に書きこみ、立体的に表わして、1時間に動く距離の同じことや動く道すじが平行であることなどをとらえさせることも効果的である。

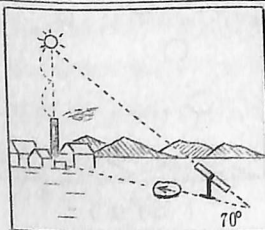
○ 児童は太陽の通り道については大きな弧を描く傾向が強い。そのこと自体はたいへん重要なことではあるが、日の出から4時間ぐらいという制限した短い間の動きを問うても、時間を意識しないで、日の出から、日の入りまでの弧を書いてしまうという傾向がある。(a図)これは太陽の位置移動を時間を意識して見ていないからである。したがって、太陽の動きと時間とを関係づけた見方の指導が必要である。例えば、4時間に高度と方位がこれだけ変化したとか、また逆に高度や方位がこれだけ変化したのだから、4時間ぐらい経過しているに違いないなどという見方ができるようにする。

## イ 問題2について

### ㌦ 作成のねらいと問題内容の概略

太陽の位置を高度と方位で表わすことができるかをみる。

図13のように高度、方位、煙突を書いておき、太陽の位置をできるだけ正確に表わすには、どのような言い表わし方をしたらよいかを記述させるもの。



(図13)

### ㌦ 調査結果とその考察

(表24) 問題2の反応結果

A	太陽の位置を高度と方位で正確に言い表わすことができる	33
B	太陽の位置を高度、方位、煙突の三つで言い表わしている	28
C	太陽の位置を方位と煙突で言い表わしている	10
D	煙突だけ、方位だけ、高度だけで言い表わしている	20



南, 高度  $70^\circ$  の位置というように, 方位と高度で正確に表わしているものは33パーセントと, あまりよいではない。5年生の問題5と同じものであり, それが45パーセントの正答率であるから, 5年生より約12パーセント悪いことになる。その原因を誤答傾向の中からさぐってみると次のようなことが言える。

B分類の児童は方位, 高度, 煙突の三つで表わしているもので, 間違っているというわけではないが5年生としては方位と高度で正確に表わすことがねらいなので, これに煙突を加わえているということは, まだ位置の表わし方がよく理解されていないと見ることができる。C分類の児童は方位と煙突で表わしているもので, やや客観性を欠き, D分類の高度だけ, 方位だけで表わしているものは位置の理解が不十分なためであろう。全体に位置, 高度, 方位などの理解が不十分であるということができる。

指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

- 太陽の位置は高度と方位で表わすものであるという機械的な指導に終わることなく, 位置を表わすには高度と方位の二つの要素を欠くことができないことに気づかせる。また高度が変わればそれについて方位が変わるという, 高度と方位を関係づけた見方ができるようにする。
- これまで地上物を基準にして, ばくせんとした高さということばで高度を表わしてきたが, ここでは, 太陽を見あげた方向の線と地平面のなす角度が高度であることを理解させ, 正しい概念を使って, より客観的に表わせるようにする。

#### ウ 問題3について

##### (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

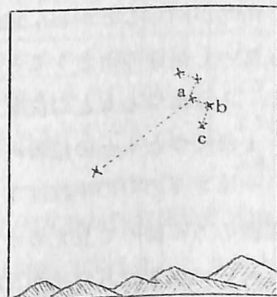
北の空の星は, 北極星を中心にして, 1時間に  $15^\circ$  ずつ, 反時計まわり(東から西向き)にまわり, 1日たつとまたもとの位置にもどることを理解しているかをみる。

図14のように11月20日午後8時の北極星を中心としたカシオペア座の位置を図示し, 時間がたつにつれてどちらの方向(東, 西, 北, 南)に動くか, 図のa, cの星は時間がたつにつれて何度動くか, 1日たつとその位置はどのようになるかを問うもの。

##### (イ) 調査結果とその考察

(表25) 問題3の反応結果

(1)	A 北極星を中心にして反時計まわりにまわることがわかる	50
	B 北極星を中心にして反時計まわりにまわることがわからない	49
(2)	A 星の単位時間に動く角度はみな同じく, $15^\circ$ である	33
	B 星の単位時間に動く角度はきまっていない	67
(3)	A 星の動きを周期的な動きとしてとらえている	55
	B 星の動きを周期的な動きとしてとらえていない	54



(図14)

北の空の星座が反時計まわりにまわることを理解している児童は約50パーセントに過ぎない。その原因を誤答の49パーセントから判断すると大半が日周運動の方向を西から東と誤っているもので, これは動く方向を北極星を中心と考えていないためか, あるいはまた方位を誤解し

ているためではないかと思われる。

指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

- 動く方向を決めるときの基準を明確にし、その基準に対してどの位置にあり、時間がたつにつれてその基準に対してどの方位に動くかをとらえさせる。
- 星座が北極星を中心にして東にあるのか、西にあるのか、また北極星のまわにあるのか、真下にあるのかによって、動く方向が違って見えるので、それぞれの位置にある星座を高度と方位でとらえ、数時間後の動いていく方向を記録し、比較検討する中で、どの星座もみな北極星を中心に反時計まわりにまわっていることを理解させる。
- 星座の日周運動の方向だけではなく、北極星を中心として東から昇って、真北の位置で最高の高度になり、だんだん高度が下がりながら、西の方へ動いていく、円運動であることも理解させる。
- 星や星座の単位時間に動く速さが同じことについて

図14のa, cの二つの星が1時間にそれぞれ何度動くかを問うことによって、どの星も同じ速さで動いていることを理解しているかどうかを見ようとしたものである。これについて、a, cとも15°ずつ動くと言えたものは33パーセントに過ぎない。67パーセントの児童が星の動く角度はそれぞれ違うと考えている。この原因を誤答傾向の中から考えてみると次のようになる。調査問題ではa, cの星

(表26)

a	15°	15°	25°	60°	25°	30°	40°	60°	90°
c	25°	30°	30°	40°	25°	30°	60°	40°	90°
人数	20	15	15	12	2	2	2	1	2

の動く角度を15°, 25°, 30°, 40°, 60°, 90°の中から選ばせるようにしたので、aとcの角度の組み合わせが38通りもできた。しかし表26のように、殆どが違う角度の組み合わせであり、星の動く角度が少しは違う

のではないかという意識が強く表われている。このような結果になった原因は、星座の動きを単位時間に区切って高度と方位でとらえていないこと、実際に1時間の変化を角度でとらえることが困難なこと、4年の星座の概念が理解されていないことなどが考えられる。したがって指導に当ってはカシオペア座が、1日に1回北極星のまわりをまわることから、1時間に何度動くことになるかを考えさせる。自分を中心に考えると、北極星の近くにある星はゆっくりと、遠くにある星は速く回るように見えるが、北極星を中心に考えれば、1時間に動く角度はみな同じく15°であることを理解させる。また星座の動く角度が同じことから、星座を作っている個々の星の単位時間に動く角度も、星相互の位置関係が変わらない(星座の概念)ことから考えれば、皆同じく15°であることにも気づかせる。

- 1日たつともとの位置にもどってくること(日周運動)について

1日たつともとの位置にもどってくると答えたものは55パーセントと約半数に過ぎない。誤答の54パーセントの中の半数は1日たつとだいたい東の方に動いて見えるとしたものであり、残りの半数はだいたい西の方に動いて見えるとしたものであるが、何れもだいたい違った位置に見えるとしているものである。これらの児童は月の出が日がたつにつれて東に動いて見えることや日の出、日の入りの位置が日によって違って見えることから類推したものと思われるが、いずれも1日を単位にした時間の経過にともなう星座の位置を高度と方位で正確にとらえていないことに原因があるように思われる。したがって指導に当っては、地上物や観測器具を使って、その日の星座の位置を高度と方位で正しくとらえ、翌日また観

測をして、動いているかどうかを確かめさせる必要がある。(実際には約 $1^\circ$ 動くことになるが、観測ではとらえられない。)

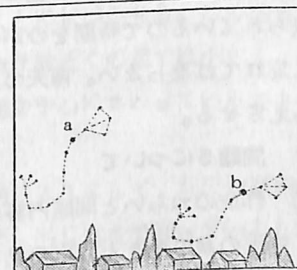
。問題3の日周運動の方向、速さ、周期性の三つとも理解しているものは約20パーセントとたいへん低い率である。日周運動の方向がわかっても速さがわからなかったり、速さがわかっても周期性がわからなかったり、動きについての理解が個々ばらばらである。したがって指導に当っては、1日たつとまた同じ位置にもどってくるという周期性を中心に、それに方向や速さを関係づけて理解させること、がたいせつである。また北天の星だけではなく、南天、天頂の星座の日周運動もとらえさせ、それらを関係づけて統一的な理解ができるようにすることがたいせつであろう。

## エ 問題4について

### (イ) 作成のねらいと問題内容の概略

二つの星座のうちどれが時間的に前であるか後であるかを、南中時の星座の位置や星の日周運動の方向から判断することができるか、また南の空の星は大きな弧を描きながら、東から南の空をとおり、西の方へ動いていくことを理解しているかをみる。

図15のように7月1日午後9時と12時に観測したサソリ座の位置を図示し、これについて9時の星座はどれであるかを記述させたり、この星座は時間がたつにつれてどちらの方向へ動いていくかを矢印で記入させるもの。



(備) (図15)

### (イ) 調査結果とその考察

二つの星座のうち、どちらが9時の星座で、どちらが12時の星座であるかどうかを判定するには、星座どうしの位置の違いを高度と方位で比較することや日周運動の方向を理解していることが必要である。したがって誤答の40パーセントの児童はaの星座が南中しているので高度が最高であり、これより高度が低ければ、時間的に前か後であることの判断ができな

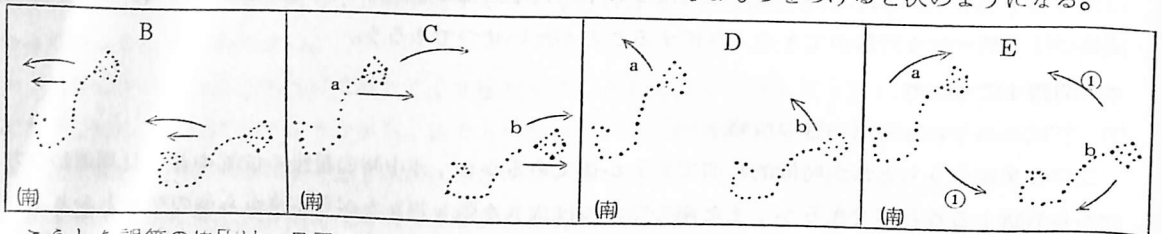
(表27) 問題4の反応結果

(1)	A 南中時の高度や日周運動の方向から、南天の星の位置を判断することができる	60
	B 南中時の高度や日周運動の方向から、南天の星の位置を判断することができない	40
(2)	A 南中時の星座の高度と方位を意識して、星座の日周運動の方向がとらえられる	34
	B 南中時の星座の高度を意識しているが、星座の日周運動の方向がとらえられない	17
	C 南中時の星座の日周運動の方向は意識しているが、その高度はとらえられない	27
	D 南中時の星座の高度も、日周運動の方向も意識していない	20

かったり、日周運動の方向を理解していないものである。このことは誤答の大部分が日周運動の方向を西から東の方向と誤っていることからもうなづける。またこの誤りの原因は問題3で49パーセントの児童がその方向を誤っていること、同じ問題の(2)で37パーセント(B+D)の児童がまちがっていることから考えられる。このように日周運動の方向が確実に理解されていないのは、これまでにも述べたように基準のとり方が不明確で、何を基準にしての反時計まわりであるか、観測者がどちらの方向を向

いたときに東から西に動いて見えるのかがはっきり理解されていないためである。また1時点の観察に終わって、時点、時点の観測をつなげてみたり、連続して動いていく道筋を高度と方位でとらえてみるのが少ないためである。指導にあたっては、東から西へ沈むという単なる知識の理解に終わることなく昇るころ、南中のころ、西の空に沈むころの位置を高度と方位でとらえて比較し、高度がだんだん高くなり、最高に高くなるとやがてまた低くなることをとらえさせる。特に南中時の高度を明確にとらえさせることがたいせつである。

。南の空の星座の動いていく方向について、児童の誤答のおもなものをあげると次のようになる。



こうした誤答の原因は、日周運動の方向、南中時の星座の高度が最高であることなどが理解されていないためである。したがって指導に当っては次のことに留意する必要がある。

。基準を明確にして南天の星座の日周運動の方向を方位と高度でとらえさせ、どの星も、太陽と同じように大きな弧を描きながら、東から南をとおり西へ沈むことを理解させる。

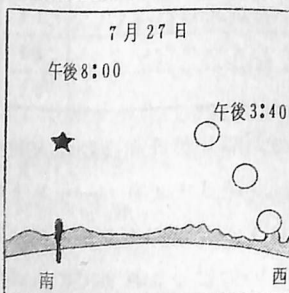
。北天にくらべ南天の星の日周運動がとらえやすいと言われているが、南天には観察しやすい星座が限られているので時期をのがさず実地の観察をさせること。夏のサソリ座、冬のオリオン座の観察などは忘れてはならない。南天の星座も方向だけではなく、速さ、周期性など、北天の星座と同じようにとらえさせる。

#### オ 問題5について

##### (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

南天の星の動きと太陽の動きは似ていて、東から南の空を通り、西の方へ動いていくことを理解しているかをみる。

図16のように、7月27日午後3時ごろから、夕方沈むまでの太陽の道すじを図示し、その左に午後8時に南中したサソリ座のアンタレスを書いておき、このアンタレスが沈むまでの道筋を矢印で記述させるもの



(図16)

##### (イ) 調査結果とその考察

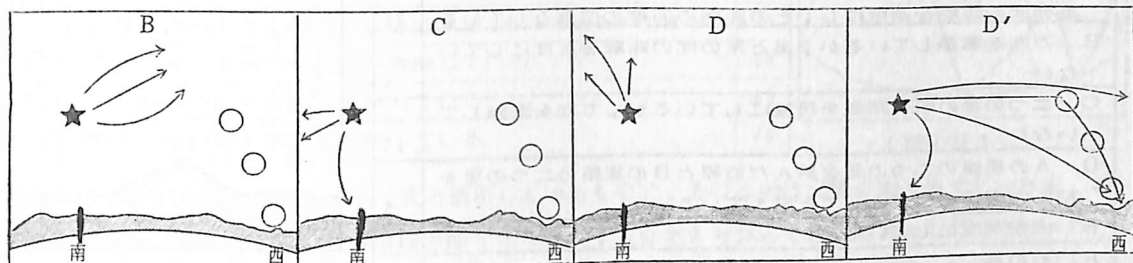
(表28) 問題5の反応結果

A 高度や日周運動の方向を意識して、太陽との共通性をとらえている	44
B 星の日周運動の方向は意識しているが、高度を意識していない	30
C 星の高度を意識しているが、日周運動の方向を誤っている	14
D その他	12

南天の星座の動きと太陽の動きをどの程度関係づけているかを見よう



としたものである。児童の記述の内容から見て、共通性に気づいていると思われるものはわずかに4.4パーセントで、他の大部分の児童は星の動きと太陽の動きを個々ばらばらにとらえている。児童の誤答のおもなものは次のようである。



星の動きと太陽の動きとの共通性がとらえられない原因を誤答の中から考えると次のようになる。

- 南中時の星の高度が最高であることを意識していない(B)。
- 日周運動の方向を誤っている(C)。
- 南天の星の動きを北天の星の動きと同じようにとらえている(C, D)。
- 西の方位を固定した一点と誤解している(D)。
- 星は時間がたつにつれて、上に昇っていくという意識が強い。
- 星の動きが個々ばらばらにとらえられている。

指導にあたっては次のことに留意する必要がある。

- 南天の星の動きを1時間ごとに高度と方位でとらえ、その動く道すじを記録することによって、高度がだんだん高くなり、最高の高さになると、やがてだんだん低くなることに気づかせる。この場合、日周運動の道すじが、太陽のような大きな円弧になること、その円弧は地平線近くの星では小さく、高度の高い星ほど大きいこと、それらの円弧はそれぞれ平行であり、北極星を中心にまわっているように見えることに気づかせる。

- 南天の星座の動きと太陽の動き方を関係づけてみるだけでなく、同じようにして、北天の星座、天頂の星座の動きも関係づけ、どの星座も、北極星を中心に、同じ方向に、同じ速さで回っているという統一的な見方ができるようにする。

- 方位については低学年から指導しているわけであるが、6年生になっても固定した一点としてとらえ、自分とその物を結んだ一直線上の方向として理解していない。したがって実地の指導をとおして、自分を基準とした一直線上の方向なら、高度や遠近に関係なく、同じ方位であることに気づかせる。

## カ 問題6について

### (ア) 作成のねらいと問題内容の概略

星座を基準にして、北極星を見つけることができるかをみる。

図17のように9月22日午後7時の北の空の星座を図示し、これらの星座を使って、北極星の見つけ方を絵と文で記述させるもの。

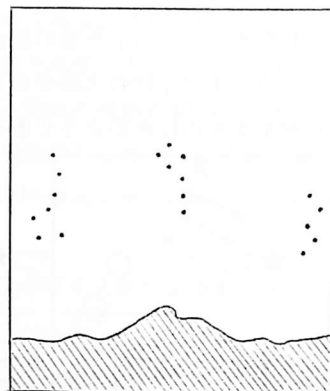
### (イ) 調査結果とその考察

二つの星を結んだ一直線上の方向を意識しながら、その二つの星と星の間の距離を尺度にし、その何倍の距離にあると正しく言い表わしている児童は25パーセントとたいへん低い。誤答傾向を見ると大

部分の児童が北斗七星を手がかりにし、ひしゃくの先端の二つの星を基

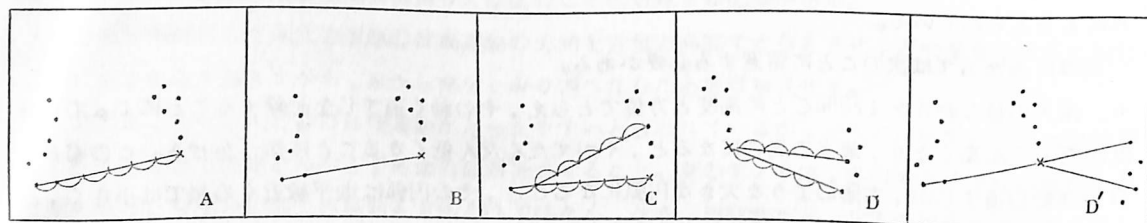
(表29) 問題6の反応結果

A 二つの星を結んだ直線の方を意識しながら、その二つの星の間の距離を基準にし、その距離の何倍の位置としている	25
B 方向を意識しているが、星と星の間の距離を尺度にしていない	5
C 二つの星の間の距離を尺度にしているが、方向を意識していない	15
D Aの星座の二つの星を結んだ直線とBの星座の二つの星を結んだ直線の交点としてとらえている	5
E 木を尺度にしている	10
F その他	40



(図17)

準にはしているけれども、その二つの星を結んだ直線の方を意識しなかったり(C)、二つの星の間の距離を尺度にしなかったり(B)で、どのように言い表わしたらよいか迷っているようである。このことはF分類の児童が40パーセントもいることからとも言えることである。F分類の中には「北の空の動かない



星を見つける、北斗七星のそば、三つの星座にかこまれた中心、北天の真上」などといろいろで、北極星を見つける手がかりがつかめなくて困っていると思われるものが多かった。みつけ方のおもなものをあげると上図のようになる。誤答の原因は、星座を手がかりにしながら、方向や距離を考えて北極星を見つける見つけ方の理解が浅いためである。また手がかりのつかめない広大な空間に、しかも時間がたつにつれて動く星座を基準にして北極星を見つけることの困難さにも原因がある。したがって指導にあたっては、北極星を見つける基準を明確にさせ、それを基準にどの方向に、どれだけの距離ということをはっきり意識させることがたいせつである。また基準になる星座自体も刻々に移動するので、星座が動いても、その見つけ方は変わらないことにも気づかせる。この調査では30パーセントが正解であるが実際の星空を見たときどれだけの児童が北極星を発見できるか疑問である。北極星は北天の星座の動きをとらえる基準になるので、誰れでも発見できるように、野外での観察を徹底する必要がある。

#### キ 問題7について

(ア) 作成のねらいと問題内容の概略

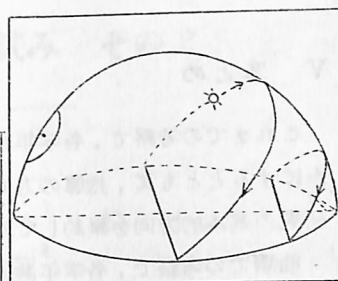
南天、北天の星、太陽、月などの日周運動の類似性に気づいているかをみる。

図18のような半球に、太陽が東から昇り西に沈む道すじ、北の空には北極星とその近くの星の動き、南天には南天の星の動きを記入し、どちらが南天の星の動きを表わしたものであるかを問うたり、それらの星は1日に1回どちらの方向に動くかを指摘させるもの。

## (1) 調査結果とその考察

(表30) 問題7の反応結果

(1)	A 方位を意識して, 南天の星の動きをとらえることができる	67
	B 方位を意識して, 南天の星の動きをとらえることができない	33
(2)	A 天体の動く方向の共通性を理解している	20
	B 北天の星の動く方向を理解している	60
	C 南天の星の動く方向を理解している	20



(図18)

誤答の33パーセントは南天を北天と誤解しているもので, その原因は太陽の動く道すじから東, 西を読みとり, それをもとにして南北を判断できないか, 方位をまちがって理解しているのではないかとと思われる。したがって指導にあたっては4方位を確実に理解させること, 太陽の動きを高度と方位でとらえさせ, 太陽の軌道から南天を読みとらせることなどがたいせつである。

。北天と南天の星の動く方向の共通性を理解しているものはたった20パーセントに過ぎない。この原因は南天と北天の星の動きが関係づけられ統一的に理解されていないためである。このことは北天の星の動きだけを理解しているものが60パーセント, 南天の星の動きを理解しているものが20パーセントと大きな差があることからもうなずける。指導にあたっては天頂の星の動きを高度と方位でとらえ, この動きと南天の星の動き, 北天の星の動きの共通性をとらえさせ, どの星も北極星を中心に東から西に動いていることを理解させることがたいせつである。

## &lt;まとめ&gt;

(ア) 星の日周運動の方向, 速さ, 周期性が正しく理解されていない。

星の日周運動の方向を誤ったり, 方向や速さ, 周期性などをばらばらに理解したりしているので, 1回転する方向を基準をきめて確実にとらえさせ, これに関係づけて単位時間の速さを理解させる。

(イ) 時間を意識して, 天体の動きをとらえていない。

北極星を中心に単位時間に動く角度が星によって違うと考えたり, 太陽の1時間に動く距離が違うと考えたりしていることから, 時間に対する意識がうすいように思われる。したがって, 天体の位置の変化から, 逆にどれだけの時間がかかったかを考えさせ, 時間を意識させる指導がたいせつである。

(ウ) 天体の位置を高度と方位で正しくとらえることができない。

方位の概念を確実に理解させること。方位は自分を中心にしてとらえるもので, 見る物の遠近や高度によって変わるものではないこと。単位時間ごとの高度の変化を方位と関係づけてとらえさせること。

(エ) 天体の動きを関係づけ統一的に理解していない。

南天や北天の星の動く方向を誤ったり, 太陽と星の動く方向や道すじの似ていることが理解されていないことから考えると, 天体の動きが一つのきまりとして統一的に理解されていないことがわかる。したがって, すべての天体の動きを関係づけながら, 日周運動という視点から, 統一的に理解させることがたいせつである。

## V まとめ

これまでの考察で、各学年における児童の時間・空間概念の形成の様相をとらえ、その問題点を明らかにするとともに、指導の方向をも検討してきた。ここでは、それらを全学年的視野で見直し、次年度研究の基本的方向を集約して本年度研究のまとめにしたい。

前項での考察で、各学年共通して問題にされてきたことがらは次の二点に集約される。すなわち、

- 天体の位置決定や位置移動とその軌跡に関する理解があいまいであること。
- 時間経過を意識した事象の見方や考え方がじゅうぶん身につけていないこと。

前者にかかわる実態には、天体運行の類似性、星座をつくる星相互の動きの関係などがは握されていないことがあげられる。これらの実態の奥にある根本的な問題は、位置決定の要素的な概念である、方位、高度、位置などの概念形成がじゅうぶんでないこと、観測技能が未熟であることの二点ではないかと考えられる。これらの概念は、空間における事象の相対関係をあらわすものであるから、この指導にあたっては、その基準となるものを明確には握させる必要がある。方位を固定した一点としてとらえる児童が多いというのは、ある物体の見える方位は観測者を基準としてあらわすのだということを理解していないからであろう。また、位置移動のは握は、時点ごとの位置決定が前提であるから、位置決定の能力の優劣に大きく左右される。宇宙空間における天体運行の軌跡は、単にデータを読みするという論理的思考だけでは児童には握されにくい面がある。したがってこの指導では、論理的にとらえた軌跡を実線的、立体的にモデル化して確かめさせるなどのくふうが必要であると思われる。

第二の問題にかかわる実態としては、連続的变化がとらえられない、時刻を決めて観測することの意味が理解されていないなどがあげられる。天体事象の変化はかんまんて、それをとらえるには長い時間を要するので、一般には、観測に当って時計の針の細かな動きは問題にしていない。しかし、児童にとっては時計こそが時間経過を示すものであり、時計がなければ経過時間をつかめないという意識が強い。児童のこのような傾向を考えると、観測に当たって、その時刻を指定したり、単位時間を設定したりする場合には、その意義を理解させることが重要であるが、それとともに、次の諸点に留意する必要がある。すなわち、時間経過の意識は周期的変化の繰り返しに着目したり、単位を変えて考えたりすることによって得られる場合が多いということである。したがって、経過時間を問題にする指導では、長い経過時間を単位を変えて表わしたり、小さな周期で変化する事象に置きかえたり、また、いろいろな事象の周期的変化を尺度として経過時間をとらえさせるなど、きめ細かな指導が必要であろう。

以上、学年共通の問題について簡単に触れてきたが、次年度はこれらをふまえて授業研究を進めたいと思っている。終りに、この研究を支援していただいた、新潟市立南万代小学校、見附市立見附小学校、村上市立村上小学校の諸先生に厚くお礼を申しあげる。

## 文 献

- 蛸谷米司ほか：小学校新教育課程講座理科 帝国地方行政会（1969）  
 森川久雄：中学校理科教育の現代化 明治図書（1969）  
 波多野完治ほか：子どものものの考え方 岩波書店（1962）